

GAE
Digital PA Master DSC28

Bedienungsanleitung



Bedienungsanleitung

Digital PA Master DSC28 (ab Serien-Nummer E04-0110)

Inhaltsverzeichnis

CE-Konformität

Für das mit CE-Zeichen gekennzeichnete vorliegende Erzeugnis **Digital PA Master DSC28** wird hiermit bestätigt, daß es den Schutzanforderungen entspricht, die in der Richtlinie 89/336/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit festgelegt sind; außerdem entspricht es den Vorschriften des Gesetzes über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) vom 30. August 1995.

Zur Beurteilung des Erzeugnisses hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit wurden folgende einschlägige harmonisierte Normen herangezogen:

EN 55022/-11/-14; EN 61000-3-2; EN 61000-3-3; EN61000-4-2; EN 61000-4-3; EN61000-4-4; EN61000-4-5; EN 61000-4-6; EN 61000-4-11

Die zugrundeliegende Erklärung und Konformitätsbescheinigung kann beim Hersteller eingesehen werden. Verantwortlich als Hersteller ist:

opal audio vertrieb GmbH, Engerstraße 47, D-33824 Werther, Tel. 05203-236/237, Fax 238

Hinweis! Die Kennzeichnung mit dem CE-Zeichen bestätigt die Einhaltung der gesetzlichen Auflagen für den Vertrieb und die Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten. Das CE-Zeichen ist daher kein Gütesiegel, sondern ausschließlich Nachweis für eine ordnungsgemäße elektromagnetische Verträglichkeit nach o.g. Prüfvorschriften.

Haftungs- und Garantiebedingungen

Haftungserklärung. Für Schäden an Lautsprechern, Verstärkern oder anderen Geräten, die durch den Betrieb des DSC28 beschädigt werden, übernimmt opal audio vertrieb GmbH keine Haftung. Dies gilt für die ordnungsgemäße, wie auch die unsachgemäße oder fahrlässige Inbetriebnahme und/oder Installation des DSC28. Schadensersatzansprüche auch Dritter, die aus Forderungen aufgrund vermeintlich eingeschränkter oder ausbleibender Funktion des DSC28 herrühren (z.B. nicht stattfindende Veranstaltungen), sind ausgeschlossen.

Produktgarantie. Über den Rahmen der gesetzlichen Gewährleistung hinaus übernimmt opal audio vertrieb GmbH für den DSC28 die Garantie der einwandfreien Herstellung und Mängelfreiheit für die Dauer von 24 Monaten nach Verkaufsdatum. Als Nachweis für den Beginn der Garantiezeit gilt das Datum einer von einer GAE-Werksvertretung ausgestellten Rechnung. Als Hersteller ersetzt opal audio vertrieb GmbH innerhalb der Garantiezeit defekte Teile und setzt nicht funktionierende Baugruppen in Stand, wenn der Defekt unter normalen Betriebsumständen aufgetreten ist. Die Beurteilung eines Garantieanspruchs wird nach unserer Untersuchung anerkannt, sofern das Gerät frachtfrei und in der Originalverpackung zugesandt wurde. Von Gewährleistung und Garantie ausgeschlossen sind Fehler, die durch unsachgemäße elektrische oder mechanische Handhabung, Transportschäden oder Unfälle entstanden sind. Der Anspruch auf Garantie oder Gewährleistung erlischt weiterhin nach jeder Form von Reparaturversuchen oder nach Entfernen der Seriennummer am Gerät.

Verpackungsinhalt

Die Standardverkaufsverpackung des DSC28 enthält

- 1 Stück GAE Digital PA Master DSC28 mit kundenspezifischer Ausstattung
- 1 Stück 1.5m-Anschlußkabel, Sub-D9/DIN-5-Pol, zum Anschluß an eine serielle PC-Schnittstelle (COM)
- 1 Stück Glasrohr-Ersatzsicherung M1A (1A, mittelträges Verhalten)
- 2 Stück seitliches Halterungselement
- Je 1 Stück vorderes und hinteres Halterungselement
- PE-Hülle
- Bedienungsanleitung
- Einzelblatt-Dokumentation mit Seriennummer, Preset-Konfiguration, Endstufen-Konfiguration u.a.

Kapitel 2

Wichtige Hinweise

Das Symbol 🕮.... bedeutet: Schlagen Sie für weitere Informationen in den mit dem Symbol angegebenen Kapiteln nach.

Das Symbol 💣 bedeutet: Bitte nehmen Sie diese Warnung besonders ernst.

Vor Inbetriebnahme des Gerätes beachten Sie bitte folgende Hinweise und Warnungen:

- Lesen Sie die Bedienungsanleitung sorgfältig durch, sie enthält zahlreiche Hinweise zum bestimmungsgemäßen Gebrauch des Gerätes.
- Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die vorliegende Bedienungsanleitung noch drucktechnische Mängel oder Druckfehler aufweist. Die Angaben werden jedoch regelmäßig überprüft. Korrekturen können in Form zukünftiger Auflagen angefordert werden.
- Änderungen im Sinne des technischen Fortschritts können ohne Vorankündigung vorgenommen werden.
- Bewahren Sie nach Möglichkeit die Verpackung Ihres DSC28 auf, damit Sie uns das Gerät im Servicefall originalverpackt zusenden können. Für Geräte, die uns in anderer Verpackung zugesendet werden, behalten wir uns vor, diese gegebenenfalls originalverpackt zurückzusenden. Die Verpackung stellen wir Ihnen dann in Rechnung.
- Achten Sie während des Betriebs auf ausreichende Kühlung des Geräts. Dies gilt besonders für den Einbau in Racks oberhalb von anderen Abwärme erzeugenden Geräten.
- Ziehen Sie den Netzstecker nur an seiner Grifffläche aus der Netzsteckdose, ziehen Sie nicht an der Netzleitung selbst. Achten Sie darauf, daß das Netzkabel nicht gequetscht oder durch scharfe Kanten beschädigt wird und ersetzen Sie ein schadhaftes Netzkabel nicht selbst.
- Schützen Sie das Gerät im Betrieb und bei Lagerung vor der Einwirkung von Staub, Regen, Feuchtigkeit und direkter Sonneneinstrahlung.
- Reinigen Sie das Gerät nur mit einem trockenen Leinentuch, das bei starken Verschmutzungen mit Wasser und ein wenig Haushaltsspülmittel angefeuchtet werden kann. Verwenden Sie zur Reinigung keine lösungsmittelhaltigen Reinigungsmittel.
- Verwenden Sie nur hochwertiges Kabelmaterial zum Anschluß des Gerätes.

- 💣 Überlassen Sie sämtliche Reparatur- und Wartungsarbeiten dem qualifizierten Fachpersonal! Durch unsachgemäßen Fremdeingriff erlischt jeder Anspruch auf Gewährleistung.
- 💣 Ein Öffnen des Gerätes ist zum Betrieb nicht erforderlich, es befinden sich keine Bedienelemente innerhalb des Gehäuses. Lediglich zum Freischalten der fernbedienbaren Einschaltfunktion (🕮 Kap.18) ist die Abnahme des Gehäusedeckels erforderlich. Vergessen Sie dann niemals, vorher den Netzstecker zu ziehen.
- 💣 Das Gerät darf einschließlich des Netzanschlußkabels und -steckers nicht verändert oder umgebaut werden. Der Betrieb mit geöffnetem Gehäuse ist nicht erlaubt.
- 💣 Sorgen Sie stets für die korrekte Erdung des Gerätes über den Schuko-Stecker. Trennen Sie niemals die Schutzerde durch Isolationsmaterialien ab!
- 💣 Netzsicherungen können eine unerwartete Fehlfunktion in elektrischen Baugruppen nicht verhindern, vielmehr sollen sie den Benutzer und seine Umgebung vor Schaden bewahren. Versuchen Sie deshalb niemals, die Glasrohr-Netzsicherung durch eine andere als durch den angegebenen Typ M1A (1A, mittelträges Verhalten) zu ersetzen oder sie gar zu reparieren.
- 💣 Ein Austausch von Leistungsverstärkern einer von einem DSC28 angesteuerten Leistungsanlage darf ohne weitere Überlegungen nur dann vorgenommen werden, wenn Leistungsdaten und Verstärkungsfaktoren übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, muß mit Einbußen des klanglichen Verhaltens und der Sicherheit der Lautsprecherkomponenten des Systems gerechnet werden.
- 💣 Hohe Lautstärken können zu irreparablen Schäden des menschlichen Gehörs führen. Im Bereich der Schmerzschwelle sind physische Beeinträchtigungen des Gesamtorganismus nicht auszuschließen. Moderne Tonanlagen sind für hohe Schallwiedergabepegel konzipiert und bergen daher bei unsachgemäßer Handhabung die Gefahr der Überbeanspruchung menschlicher Hörorgane. Setzen Sie niemanden, auch nicht sich selbst, über einen längeren Zeitraum zu hohen Lautstärkepegeln aus.

Erstinbetriebnahme

Der **Digital PA Master DSC28** ist ein **Systemcontroller** zur Ansteuerung von spezifischen Lautsprechersystemen. Daher ist dieses Gerät vom Hersteller mit voreingestellten **Presets**, beinhaltend Frequenzweiche (🕮 Kap.14), Systemkorrektur (🕮 Kap.14), Limiter (🕮 Kap.15), für ein oder mehrere Systeme versehen worden. Eines dieser **Presets** ist nach dem Einschalten des Gerätes geladen, sodaß das System nach bestimmungsgemäßem Anschluß (🕮 Kap.16) sofort betriebsbereit ist.

Der Controller bildet das Bindeglied zwischen zumeist zahlreichen Signalquellen und Bearbeitungsgeräten und der Leistungsanlage (Endstufen/Schallwandler). Eine seiner vordringlichsten Aufgaben ist der Schutz der Lautsprecherkomponenten sowie die Vermeidung übermäßiger Verzerrungen. Dafür ist der DSC28 werksseitig genau an „Ihre“ Endstufen angepaßt worden (🕮 Kap.12, Kap.14).

Zur Inbetriebnahme gehen Sie nun folgendermaßen vor:

- 💣 Gehen Sie sicher, daß die Konfiguration des Controllers und Ihre Endstufen zusammenpassen.
- Montieren Sie das Gerät mit vier Schrauben in ein Rack und verbinden Sie Ein- und Ausgänge, wie es Ihnen das Anschlußfeld vorgibt (🕮 Kap.16).
- Verbinden Sie den Controller mit der Netzspannung. Das Gerät arbeitet sicher in einem Spannungsbereich von 85V...265V. Selbst bis herab zu ca. 50V wird die Funktionalität bedingt aufrecht erhalten. Allerdings erfolgt schon ab ≤ 75V ein Muten der Ausgänge. Geräte bis Seriennummer -0030 erkennen und merken sich selbsttätig, ob sie am europäischen Netz (230/240V) oder am amerikanischen Netz (110/115V) eingeschaltet wurden und muten bei Spannungen ≤ 155V bzw. ≤ 75V.
- Nach ca. 4 Sekunden ist das Gerät betriebsbereit und schaltet die 8 Audioausgänge frei. Sie befinden sich jetzt automatisch im Menü-Punkt **Input Gain,** um die erste wichtige Einstellung vorzunehmen.
- 💣 Stellen Sie sicher, daß Sie bei der ersten Inbetriebnahme zunächst sehr geringe Signalpegel auf Ihr System leiten. Überprüfen Sie zunächst die richtige Lautsprecherverkabelung der einzelnen Wege Ihres Systems (🕮 ?Handbuch des Lautsprecherherstellers?).
- Falls Sie diesen Menü-Punkt nicht erreicht haben sollten, lesen Sie zunächst (🕮 Kap.17 • Initialisieren).
- Passen Sie die Leistungsanlage mit dem **Drehgeber** an das Quellengerät an, indem Sie **Input Gain** verstellen. Bringen Sie dadurch den Master-Regler Ihres Mischpultes unter Beobachtung der VU-Meter und der Ausgangs-Limitanzeige des DSC28 in eine von Ihnen gewünschte Stellung für die Vollaussteuerung Ihres Systems. Durch die hohe Aussteuerungsgrenze der Analogeingänge von 28dBu ist ein Anpassungswert von ungefähr 30dB für +4dBu-Systeme normal.

SET-0: Input Gain, Balance

Weitere Menüs: ↓ SET-1..5, ↑ SET-6

```
Input Gain      Balance
      +5 dB     L=R=0 dB
```

- Eventuell nehmen Sie nun noch eine Bass-Pegel-Anpassung vor. Wechseln Sie dazu mit der AB-Taste (2 X Drücken) in das Menü **Output Gain** für die Ausgangswege und mit der RECHTS-Taste auf den zu stellenden Weg (**Sub** und/oder **Low**)

SET-2: Output-Gain

Weitere Menüs: ↓ SET-3..5, ↑ SET-1..0+6

```
Gain    Sub    Low    Mid    Hi
LR      +0.0   +0.0   +0.0   +0.0
```

- Wenn Sie Ihre Anlage korrekt verkabelt haben(🕮 Kap.16), können Sie nun Ihre erste Veranstaltung durchführen. Nehmen Sie weitere Einstellungen erst vor, wenn Sie die entsprechenden Punkte der Bedienungsanleitung gelesen haben.

LED-Display

L CLIP R
24
18
12
6
0
-6
-12
-18
-24
-30
INPUT [dBu]

1 MUTE 2 CH A 3 MUTE 4
0 dBGR 0
6 6
12 12
-3 -3
-6 -6
-9 -9
-12 -12
-18 -18
-24 -24
-30 dBFS -30
LEVEL CHANNEL A

1 MUTE 2 CH B 3 MUTE 4
0 dBGR 0
6 6
12 12
-3 -3
-6 -6
-9 -9
-12 -12
-18 -18
-24 -24
-30 dBFS -30
LEVEL CHANNEL B

STATUS
ANALOG
DIGITAL INPUT
LOCKED
44.1 kHz
48.0 kHz Fs
MIDI DATA
SAFE
OEM
OWNER KEY
USER

Abb. 4.1 LED-Display

INPUT L + R. Die Input-Bargraphen vermitteln die tatsächlich an den analogen Eingängen anliegenden Ein-gangspegel in **dBu** (0dBu ≡ $0.775V_{RMS}$). Der Digitaleingang zeigt bei entsprechendem Audiosignal Vollaussteuerung ohne Rücksicht auf die Wortbreite der Quelle (wegen MSB zuerst beim AES/EBU-Protokoll) an, eine Übersteuerung ist hier unmöglich. Die **CLIP**-Anzeigen wirken deshalb nur für die analogen Eingänge. Die Ansprechschwelle liegt unterhalb 1kHz bei ≥ 28dBu (28dBu ≡ $19.47V_{RMS}$, $27.53V_{Peak}$), oberhalb 10kHz wegen der Pre-emphasis bei ≥ 18dBu.

LEVEL CHANNEL A + B. Die Output-Bargraphen zeigen (grün) die digitalen Ausgangspegel vor der Wandlung in **dBFS** (FS ≡ FullScale) sowie (rot) die Begrenzung durch die Limiter in **dBGR** (GR ≡ GainReduction) an. Die 0dB-Anzeige bedeutet gleichzeitig digitale Vollaussteuerung (≡ 0dBFS) und Beginn der Begrenzung (> 0dBGR), der digitale und damit auch der analoge Ausgangspegel können nicht mehr größer werden. Die **MUTE**-Anzeigen kennzeichnen die inaktiven Ausgänge.

Durch die Pegelabstimmung der analogen Ausgangsstufen auf die Verstärkungswerte der angeschlossenen Endstufen gelangen genau definierte, von den Lautsprecherkomponenten bestimmte, maximale Leistungen an das Lautsprechersystem. Mit dieser Voraussetzung sind die Output-Bargraphen eine genaue optische Kontrolle für den Aussteuerungsgrad der angeschlossenen Leistungsanlage.

Achtung! Die Endstufen sollten dem Leistungsbedarf der Komponenten möglichst genau entsprechen oder diesen übertreffen. Ist eine Endstufe ohne Reserve bemessen, besteht die Gefahr, daß im Fall von Netzunterspannung der Einsatz des entsprechenden DSC28-Limiters erst nach Übersteuerung der Endstufe erfolgt. (Bei zu klein dimensionierten Endstufen wird dieser Zustand der Normalfall sein.) Die exzellenten tonalen Eigenschaften der DSC28-Peak-Limiter im Vergleich zu einer Signalbegrenzung durch die jeweilige Endstufe bleiben dann leider ungenutzt. Sollten Sie dennoch sehr klein dimensionierte Endstufen verwenden, achten Sie bitte (Ihren Systemkomponenten und Ohren zu Liebe) auf den Einsatz eines eingebauten Clip-Limitings.

STATUS. Dieser LED-Bargraph informiert über interne Zustände des DSC28.

INPUT. Hier wird der jeweils aktive Eingang angezeigt: **ANALOG** bzw. **DIGITAL** (auch **DIGITAL INSERT**), **LOCKED**. Die Taktrückgewinnung aus dem AES/EBU-Signal ist aktiviert.

Fs. Anzeige der Sample-Frequenz **44.1kHz**/**48kHz**. Der DSC28 arbeitet mit 44.1kHz Sample-Frequenz. 48kHz können für spezielle Anwendungen werksseitig vorgesehen werden. Der DIGITAL INPUT kann AES/EBU-Signale mit Sample-Frequenz zwischen 32kHz...96kHz annehmen. Ein Sample Rate Converter setzt auf die internen 44.1kHz um.

MIDI DATA. Empfang von Daten über den MIDI- oder den RS-232-Eingang. Senden von Daten über den MIDI-Ausgang.

KEY. Eine von vier gewählten Sicherheitsstufen zur Vermeidung unbefugter Bedienung wird angezeigt.
Achtung! Die Anwahl der Sicherheitsstufen wird z. Z. softwaremäßig noch nicht unterstützt. (Stand 12/00)

Drehgeber, Funktionstasten und VF-Display

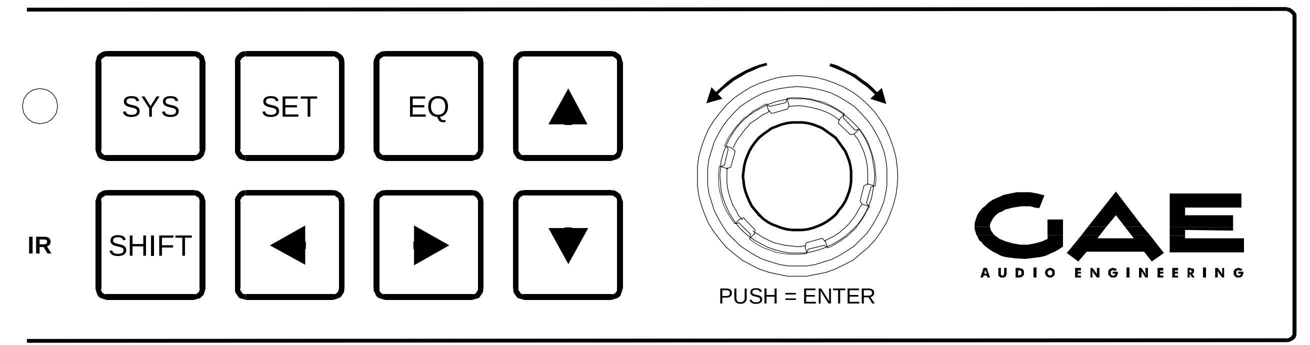


Abb. 5.1 Bedienfeld

SYS — Zugang zum **Menübereich SYS,** Systemeinstellungen.

SET — Zugang zum **Menübereich SET,** Speaker Setup. Ca. 4s. nach dem Einschalten des Gerätes erscheint das Menü SET-2, Input Gain und Balance

EQ — Zugang zum **Menübereich EQ,** IIR-Equaliser.

▲ ▼ — Innerhalb der Menübereiche einzelne Menüs auswählen. Dauerdrücken bewirkt Schnelldurchlauf. (Symbole **AUF-Taste: 🡅 AB-Taste: 🡇**)

◀ ▶ — Innerhalb einzelner Menüs den (blinkenden) **Cursor** █ auf einen zu ändernden Parameter bewegen; Seitenwechsel, wenn ein Menü aus mehr als einer Seite besteht.
(█ **X** bedeutet Cursor-Position X, von links nach rechts gezählt) Dauerdrücken bewirkt Schnelldurchlauf. (Symbole, **LINKS-Taste: 🡄 ; RECHTS-Taste: 🡆**)

SHIFT — **Zweitfunktionstaste** für alle anderen Tasten und den Drehgeber.

DREHGEBER

Parameterwahl durch Drehen des Drehgeberknopfes (Symbol: **⬋O⬊**). Durch gleichzeitiges Drücken und Drehen des Knopfes ergibt sich eine größere Schrittweite bei der Parameterwahl. Für kleinere Schritte ist während der Parameterwahl die SHIFT-Taste zusätzlich gedrückt zu halten.
Bestätigen durch kurzes Drücken des Drehgeberknopfes (PUSH = ENTER, Symbol: ⊙). Im Allgemeinen wird durch einen blinkenden Punkt in der Anzeige zur Bestätigung eines zuvor geänderten Parameters aufgefordert.

IR — Infra-Rot-Fernbedienungsaktivität. Hinter dem kleinen runden Fenster befindet sich optional ein IR-Empfänger.
Achtung! Diese Funktion wird standardmäßig nicht bereitgestellt.

VF-Display — Ein Vakuum-Fluoreszenz-Display mit zwei Zeilen zu je 24 Zeichen dient der optischen Kontrolle aller Bedienmaßnahmen durch die Eingabeelemente. Durch eine blaue Einfärbung der Frontfolie wird eine gute Ablesbarkeit des Display auch bei starkem Lichteinfall gewährleistet.

█ Cursor, aktives Menü
● Punkt blinkt, erfordert Bestätigung durch ⊙, ENTER
| 🡆 Weitere Menüseiten rechts
🡄 | Weitere Menüseiten links
🡄 🡆 Weitere Menüseiten rechts sowie links

Boot-Anzeige, Erst-Parameter und Menüs

Boot-Anzeige

Weitere Menüs nach ca. 4s.



Diese Anzeige erscheint nach dem Einschalten. Die hard- und softwaretechnischen Grundlagen des Gerätes wurden im Rahmen einer Forschungs- und Entwicklungsvereinbarung mit dem Institut für Technische Akustik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen entwickelt, **ITA RWTH Aachen**.

Erst-Parameter. Bei Auslieferung des Gerätes sind alle Positionen in allen Menüs des System-Controllers DSC28 mit Erstparametern belegt. Das Gerät ist deshalb sofort betriebsbereit. Durch die Funktion **Initialise** (🕮 Kap.17) kann dieser Zustand wiederhergestellt werden, die Funktion Initialise ist aber –um Mißverständnissen vorzubeugen– nicht für die Erstinbetriebnahme (🕮 Kap.3) notwendig. Alle im weiteren gezeigten Menüs werden auf Grundlage dieser Erstparameter dargestellt. Die dazugehörige Symbolik sei an Hand der folgenden zwei Beispiele erläutert:

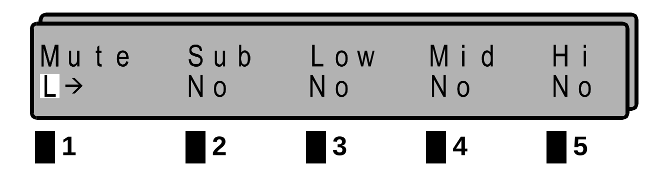
- **Min ⬋○ X ○⬊ Max** bedeutet, ausgehend vom Erstparameter mit dem Wert **X** können durch Rechtsdrehen des Drehgebers größere Werte bis **Max,** bzw. durch Linksdrehen kleinere Werte bis **Min** eingestellt werden.
- **L➔ ⬋○ LR** bedeutet, ausgehend vom Erstparameter **LR** kann durch Linksdrehen des Drehgebers der Parameter **L➔** eingestellt werden.

Nach der ersten Parameteränderung wird der durch den Unterstrich gekennzeichnete nunmehr geänderte Erstparameter zum Ausgangspunkt für weitere Parameteränderungen, die Symbolik ändert sich dadurch nicht.

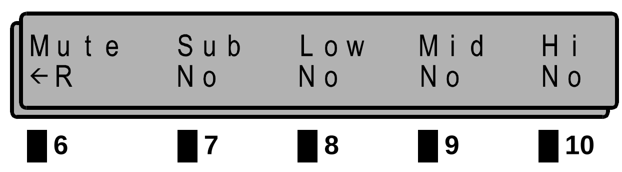
Menübereiche. Die drei Bereiche **Systemeinstellungen SYS, Speaker Setup SET** und **IIR-Equaliser EQ** sind über die zugeordneten Funktionstasten **SYS, SET** und **EQ** anwählbar. Nach dem Einschalten wird nach ca. 4s. automatisch der Menübereich SET mit SET-0 aktiviert, █ **1**, Input Gain.

Mehrseitenmenüs befinden sich unter SYS und EQ und werden zu einem späteren Zeitpunkt beschrieben.

2-Seiten-Menüs befinden sich unter SET und EQ und haben alle eine gemeinsame Funktion, die hier beispielhaft mit Hilfe des Mute-Menüs beschrieben werden soll: Allen gemeinsam ist eine Link-Funktion für die gemeinsame Bedienung der beiden identischen Kanäle des Controllers (Kanal I ≡ Links und Kanal II ≡ Rechts), einstellbar an der äußersten linken Cursorposition █ **1**. **LR** symbolisiert dabei die gelinkte Betriebsweise, **L➔** bedeutet Einstellung nur für Kanal I wirksam. Der Rechtspfeil weist darauf hin, daß über die äußerste rechte Cursorposition █ **5** hinaus die Seite 2, █ **6..10** dieses Menüs angesteuert werden kann. **🡐R** Einstellung nur für Kanal II wirksam. Hier weist der Linkspfeil darauf hin, daß über die äußerste linke Cursorposition █ **6** hinaus wieder die erste Menüseite erreicht wird, █ **5..1**.



Menüseite 1. Ausgehend von der Cursorposition **L➔,** █ **1** kann durch Drehen des Drehgebers die Link-Funktion **LR** eingestellt werden, **L➔ ○⬊ LR**



Menüseite 2. Ausgehend von der Cursorposition **🡐R,** █ **6** kann durch Drehen des Drehgebers die Link-Funktion **LR** eingestellt werden, **🡐R ○⬊ LR**

Diese 2-Seiten-Funktion bleibt grundsätzlich auch im gelinkten Zustand **LR** erhalten, man erreicht also ausgehend von der Seite 1 mit der Rechtstaste über die äußerste rechte Cursor-Position, █ **5,** die Seite 2, wobei sich die beiden Seiten nicht unterscheiden können, da beide **LR** anzeigen. Erst wenn die Link-Funktion wieder aufgehoben wird, erscheint der Unterschied als **L➔** (Link-Funktion von Seite 1 aus aufgehoben), bzw. als **🡐R** (Link-Funktion von Seite 2 aus aufgehoben).

Mute	Sub	Low	Mid	Hi
LR	No	No	No	No
█ 1	█ 2	█ 3	█ 4	█ 5

Mute	Sub	Low	Mid	Hi
LR	No	No	No	No
█ 6	█ 7	█ 8	█ 9	█ 10

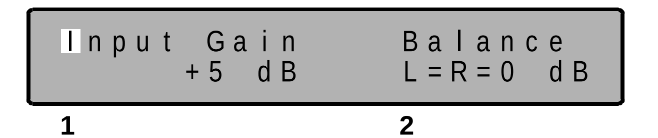
Menüseite 1. Ausgehend von der Cursorposition **LR, █ 1** kann durch Drehen des Drehgebers die Link-Funktion aufgehoben werden, **L➔ ↙○ <u>LR</u>**

Menüseite 2. Ausgehend von der Cursorposition **LR, █ 6** kann durch Drehen des Drehgebers die Link-Funktion aufgehoben werden, **➔R ↙○ <u>LR</u>**

Wurden unter **L➔** und/oder **R🡐** Einstellungen vorgenommen, so wird bei Wiederanwahl der Link-Funktion **LR** sofort die Einstellung des Kanals (≡ Menü-Seite) in den jeweils anderen übernommen, aus der heraus die Link-Funktion wieder aktiviert wurde.

Menüs unter SET, Speaker Setup

SET-0: Input Gain, Balance



Weitere Menüs: ↓ SET-1..5, ↑ SET-6
Cursor-Position: 1 2

1, Input Gain: -83dB ↙○ +5dB ○↘ +45dB, Auflösung 1dB. Passen Sie die PA mit dem Drehgeber an das Quellengerät an, indem Sie Input Gain verstellen. Bringen Sie dadurch den Master-Regler Ihres Mischpultes unter Beobachtung der VU-Meter und der Ausgangs-Limitanzeige des DSC28 in eine von Ihnen gewünschte Stellung für die Vollaussteuerung Ihres Systems. Durch den hohen maximalen Aussteuerungsgrad der Analog-eingänge von ≤ 28dBu ist ein Wert von 30dB für +4dBu-Systeme normal.

2, Balance: R-16dB ↙○ L=R=0dB ○↘ L-16dB, Auflösung 1dB. Zum Einstellen eines gewollt abweichenden Pegels oder zum Ausgleich eines Pegelunterschiedes zwischen den beiden Kanälen.

SET-1: Master Delay



Weitere Menüs: ↓ SET-2..5, ↑ SET-0 + 6

Min-Delay ○↘ 1000ms, 340m, Auflösung 0.363ms. Der hier minimal einstellbare Wert entspricht der Grund-laufzeit des Controllers. Diese Laufzeit addiert sich aus verschiedenen Signalverarbeitungszeiten von System-komponenten, wie AD- und DA-Wandlern, den Wandlern zuzuordnende Filter, Down- und Over-Sampler-Filter sowie vorausschauende Limiter. Dazu kommen vom anzusteuernden Lautsprechersystem abhängige weitere Laufzeiten, wie Art der Systemkorrektur (Filtersteilheiten, eingestellter Amplituden- und Phasenfrequenzgang) sowie Time-Alignment-Erfordernisse. (📖 Kap.13 u. 14)
Vom Preset-abhängigen Min-Delay-Wert können höhere Werte mit dem Drehgeber eingestellt werden.

SET-2: Output-Gain (Wege)

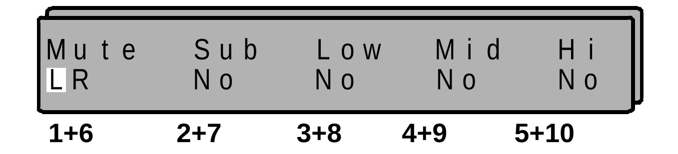


Weitere Menüs: ↓ SET-3..5, ↑ SET-1..0 + 6
Cursor-Position: 1+6 2+7 3+8 4+9 5+10

1, Kanal I-Link: L→ ↙○ LR; 6, Kanal II-Link: ←R ↙○ LR. Zum Aufheben der Kanal-Link-Funktion. (📖 Kap.6/1 ● 2-Seiten-Menüs).

2..5 und 7..10, Gain, Sub, Low, Mid, Hi: -18.0db ↙○ 0.0dB ○↘ +6.0dB, Auflösung 0.5dB. Balancieren Sie mit diesen Stellern, sofern notwendig, die einzelnen Lautsprecherwege untereinander. Vor den Limitern posi-tioniert sind die Output-Gain-Steller nicht(!) dazu geeignet, eine Pegelanpassung für einen Leistungsverstärker mit anderem Verstärkungsfaktor als dem ursprünglich vorgesehenen vorzunehmen, da die Limiterschwelle von der Einstellung unberührt bleibt.

SET-3: Output-Mute



Weitere Menüs: ↓ SET-4..5, ↑ SET-2..0 + 6
Cursor-Position: 1+6 2+7 3+8 4+9 5+10

1, Kanal I-Link: L→ ↙○ LR; 6, Kanal II-Link: ←R ↙○ LR. Zum Aufheben der Kanal-Link-Funktion. (📖 Kap.6/1 ● 2-Seiten-Menüs).

2..5 und 7..10, Mute, Sub, Low, Mid, Hi: No O➘ Yes. Die jeweils oberen LEDs der Output-Level-Anzeigen zeigen mit ‘rot’ den Mute-Status per Ausgangsweg an.

SET-4: Output-Phase Invert

Weitere Menüs: ↓ SET-5, ↑ SET-3..0 + 6

```
P.Inv  Sub   Low   Mid   Hi
LR     No    No    No    No
```

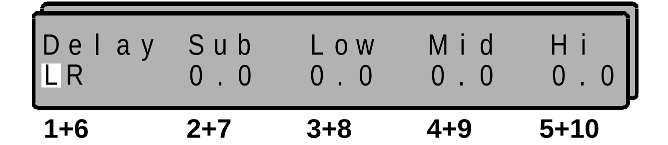
Cursor-Position: 1+6 2+7 3+8 4+9 5+10

1, Kanal I-Link: L➔ ➘O LR; 6, Kanal II-Link: ←R ➘O LR. Zum Aufheben der Kanal-Link-Funktion. (📖 Kap.6/1 ● 2-Seiten-Menüs).

2..5 und 7..10, Phase Invert, Sub, Low, Mid, Hi: No O➘ Yes. Invertieren Sie mit diesen Stellern in einfachster Weise experimentell die Phase eines Lautsprecherweges, wenn Sie das Gefühl haben, daß eine Phasenlage nicht paßt. Oder versuchen Sie auf diese Weise ein Optimum an Bass-Wiedergabe zu erzielen, wenn Sie mit unterschiedlichen Bassystemen arbeiten, die dazu noch räumlich getrennt stehen (Low: System-Bass; Sub: zusätzliches Bassystem).

SET-5: Output-Delay (Wege)

Weitere Menüs: ↑ SET-4..0 + 6



Cursor-Position: 1+6 2+7 3+8 4+9 5+10

1, Kanal I-Link: L➔ ➘O LR; 6, Kanal II-Link: ←R ➘O LR. Zum Aufheben der Kanal-Link-Funktion. (📖 Kap.6/1 ● 2-Seiten-Menüs).

2..5 und 7..10, Delay, Sub, Low, Mid, Hi: 0.0ms. O➘ 92.1ms., Auflösung 0.363ms. Die Anzeige ist auf eine Stelle nach dem Komma auf bzw. abgerundet.
Versuchen Sie mit den Wege-Delays insbesondere die Bass-Wiedergabe zu optimieren, wenn Topteile und Bassysteme räumlich getrennt stehen (z.B., Topteile mit Systembässen geflogen, weitere Bassysteme als Cluster mittig unter der Bühne). Verwenden Sie die Wege-Delays niemals, um die Lautsprecherkomponenten eines GAE-Topteils zueinander zu verändern! Der Ausgleich von Laufzeitunterschieden zwischen den Lautsprecherkomponenten eines Systems (Time-Alignment) ist Bestandteil der Presets und damit schon optimiert. Verändern Sie deshalb auch nicht die Parameter des Menü-Punktes Delay-Link (📖 SET-11). Andernfalls sind Beeinträchtigungen beim Klangbild und beim Abstrahlverhalten des Topteils zwangsläufig zu erwarten.

Menü oberhalb von SET-Menü 0

SET-6/0: Setup

Weitere Menüs: ↓ EQ-0..5, ➔ SET-6/1



000 O➘➘ 014. Ersetzen Sie das derzeitige Setup (abgespeicherte Einstellungen des DSC28 zu einem bestimmten Zeitpunkt) durch ein anderes, indem Sie es auswählen und bestätigen Sie dann mit
⊙ ENTER. Erst nach Bestätigen durch Drücken der ENTER-Taste wird das neue Setup wirksam, oder drücken Sie
➔ Store. Wechseln Sie mit der RECHTS-Taste zur zweiten Seite dieses Menü, um die derzeitigen Einstellungen unter einem Namen in einer Speicherstelle abzulegen.
↑ ←. Diese Tasten sind hier unwirksam.

SET-6/1: Save Setup as

Abbruch nicht möglich!



Auswahl ↙↙○ Zeichen ○↘↘ Auswahl. Sie können das derzeitige Setup (abgespeicherte Einstellungen des DSC28 zu einem bestimmten Zeitpunkt) mit einem frei wählbaren Namen (max. 18 Zeichen) in eine von 15 Speicherstellen (000...014) ablegen.
Derzeitiges Zeichen A ↑ Zeichen a ↑ Zeichen { ↑ Leerstelle. Mit der AUF-Taste erreichen Sie an jeder Zeichenposition die vier angegebenen Ausgangspositionen für die Zeichenwahl mit dem Drehgeber. Mit der AB-Taste gehen Sie zurück zur vorherigen Ausgangsposition.
SHIFT →. Hiermit fügen Sie an der Cursor-Position eine Leerstelle ein.
→ Zeichen 1 → Zeichen 2 → ... → Zeichen 18. Mit der RECHTS-Taste erreichen Sie zur Einstellung mit dem Drehgeber alle 18 Zeichenpositionen. Selbstverständlich können Sie mit der LINKS-Taste vorherige Positionen wieder rückwärts anfahren. Die aktive Position wird mit einem Unterstrich als Cursor markiert.
⊙ ENTER. Bestätigen Sie den eingestellten Namen mit der ENTER-Taste. Sie erreichen damit die dritte Seite des Menüs, an der Sie das eingestellte EQ-Setup in eine Speicherstelle schreiben können.
Achtung! Ein Abbrechen dieses Vorgangs ist nicht möglich, Verlassen des Menüs nur mit der ENTER-Taste.

SET-6/2: Save Setup to

Abbruch nicht möglich!



000 ○↘↘ 015. Wählen Sie nun eine der 15 Speicherstellen (000...014), unter der Sie das derzeitige Setup ablegen wollen. Der angezeigte Name gehört zu dem zu ersetzenden Setup, das sich noch unter dieser Speicherstelle befindet. Ursprünglich sind alle Speicherstellen mit dem Setup **Default Setup** als Erst-Parameter belegt.
↓ ↑ ← →. Diese vier Tasten sind hier unwirksam.
⊙ Enter. Bestätigen Sie die Nummer der eingestellten Speicherstelle mit der ENTER-Taste. Sie erreichen danach wieder die erste Seite des Menüs.
Achtung! Ein Abbrechen dieses Vorgangs ist nicht möglich, Verlassen des Menüs nur mit der ENTER-Taste.

Menüs unter SHIFT SET, Speaker Setup

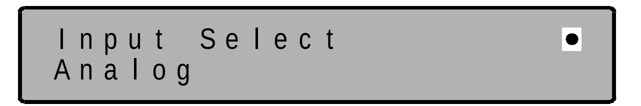
SET-7: Preset

Weitere Menüs: ↓ SET-8..11



Preset 1 ○↘ Preset 2 ○↘.. Preset X. Der DSC28 ist als Systemcontroller vom Hersteller mit voreingestellten Presets für ein oder mehrere Lautsprechersysteme versehen worden. Ein Preset beinhaltet Frequenzweiche (🕮 Kap.14), Systemkorrektur (🕮 Kap.14) und Limiter (🕮 Kap.15). Das letzte eingestellte Preset ist nach dem Einschalten automatisch geladen, so daß das System nach bestimmungsgemäßem Anschluß (🕮 Kap.16) sofort betriebsbereit ist. Beachten Sie vor der Auswahl von Presets das Manual des Lautsprechersystems! Für ein System wie dem **GAE Director** mit Director Top, Director Bass und zusätzlichem Subbass (4-Weg), können die Speicher des DSC28 bis zu ca. 12 Presets enthalten.
⊙ Enter. Auswahl mit ENTER bestätigen!

<u>SET-8:</u> Input Select



Weitere Menüs: ↓ SET-9..11, ↑ SET-7

<u>Analog</u> ○⬊ Digital ○⬊ Dig. Insert. Wählen Sie Analog für eine analoge Quelle, Digital für eine digitale Quelle, die mit 32kHz...96kHz sendet. Achten Sie darauf, daß die Taktrückgewinnung des DSC28 korrekt arbeitet: Status-LED Locked muß leuchten.
⦿ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

Der digitale Ein- und Ausgang des Gerätes funktioniert hard- und softwaremäßig nach dem AES/EBU-Protokoll.
Am digitalen Ausgang liegt immer die digitale Form der Eingangssignale an. Am digitalen Ausgang liegt immer die digitale Form des Eingangssignals mit 44.1kHz Sample Rate an. Der digitale Eingang ist mit einem Sample Rate Converter versehen und „versteht“ Sample Rates zwischen 32kHz...96kHz.

<u>SET-10:</u> Limiter Release

```
Limiter Release
     60 dB/s
```

Weitere Menüs: ↓ SET-11, ↑ SET-9..7

Limiter Release: 10dB/s ⬋○ <u>60dB/s</u> ○⬊ 250dB/s, Auflösung 1dB/s. Der Wert von 60dB/s hat sich als Standardwert für das Release-Verhalten aus der Praxis ergeben. Verringern/vergrößern Sie diesen Wert für längere/kürzere Release-Zeiten. Attack- und Hold-Zeiten sind konstant (🕮 Kap.15).

<u>SET-11:</u> Delay Link

```
Delay Link
 Mid+Hi
```

Weitere Menüs: ↑ SET-10..7

Off ⬋○ <u>Mid + Hi</u> ○⬊ Low + Mid + Hi. Belassen Sie den Link beim GAE-Director-System immer auf Mid + Hi. Das bedeutet nämlich für das aktive 2-Weg-Director-Topteil, daß im Menü Output Delay (🕮 SET-7) Mid und Hi nur gemeinsam geändert werden können.

Menüs unter EQ, IIR-Equaliser

Der DSC28 beinhaltet einen vollparametrischen Equaliser, der Ihnen die Anpassung an unterschiedlichste akustische Gegebenheiten erleichtern soll. Angeordnet vor der Frequenzweiche können Sie über je 14 Bänder pro Kanal verfügen. Es handelt sich um IIR-Filter, Nachbildung analoger Filter, einstellbar über die Bedienoberfläche. Folgende Filtertypen können angewählt werden: Bell (≡ Peak), Low-Shelving 6 und 12dB/Oktave (≡ LS 6 und LS 12), High-Shelving 6 und 12dB/Oktave (≡ HS 6 und HS 12), Low-Pass 6 und 12dB/Oktave (≡ LP 6 und LP 12), High-Pass 6 und 12dB/Oktave (≡ HP 6 und HP 12).

Achtung! Verwenden Sie Hoch- und Tiefpässe des EQ nur zur zusätzlichen Bandbegrenzung am untersten und obersten Ende des Gesamtübertragungsbereiches, möglichst aber gar nicht. Bedenken Sie, daß eine vollständige, auf das Lautsprechersystem abgestimmte System-korrigierende Frequenzweiche schon innerhalb des gerade wirksamen Presets vorliegt. Verwenden Sie hauptsächlich die Bell-EQs, um klangliche Verfärbungen des Raumes zu kompensieren. Schöpfen Sie vorher insbesondere für den Bassbereich die Möglichkeiten der Balancierung der einzelnen Lautsprecherwege mit den Output-Gain-Stellern aus (🕮 Kap.7/2).

Auf eine beschränkende Besonderheit (die sich allerdings nur bei der Verwendung von Shelving-Filtern zeigt) sei hier kurz aufmerksam gemacht: Wird z.B. ein High-Shelving-Filter mit 12dB pro Oktave, Grenzfrequenz von 5kHz und einem Q-Faktor von 0.7 eingestellt, so läßt die Bedienoberfläche keine Gain-Einstellung höher als +5dB zu. Bei Verringerung des Q-Faktors oder Erhöhung der Grenzfrequenz wird jeweils ein höherer Wert erlaubt. Diese Beschränkung nimmt das Gerät vor, weil die errechneten Filterkoeffizienten für einen höheren Anhebungsbetrag den Wertebereich der DSPs (Digital Signal Processoren) verlassen würden und somit nicht darstellbar sind.

EQ-0: EQ-Gain, -On/Off

```
EQ    Volume          EQ
        -3 dB         On
```

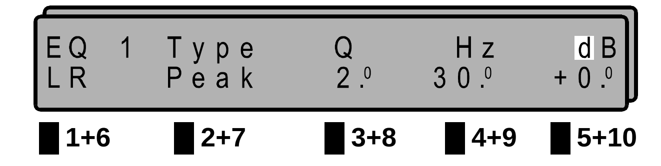
Weitere Menüs: ↓ EQ-1..14

Cursorposition: █1 █2

█ 1, Gain: -24dB ↙○ -3dB ○↘ 0dB, Auflösung 1dB. Wird der EQ in seinen aktivierten Bändern nur absenkend verwendet, empfiehlt sich der Wert 0dB; wird er auch anhebend verwendet, empfiehlt sich hier ein Absenkungswert, der dem größten einzelnen Anhebungswert nahe kommt.

█ 2, On/Off: Off ○↘ On. EQ ein- und ausschalten. Bei ausgeschaltetem EQ sind alle Filter unwirksam, der eingestellte EQ-Gain bleibt jedoch bestehen.

EQ-1: EQ 1



Weitere Menüs: ↓ EQ-2..14, ↑ EQ-0

Cursor-Position: █1+6 █2+7 █3+8 █4+9 █5+10

█ 1, Kanal I-Link: L→ ↙○ LR; █ 6, Kanal II-Link: ←R ↙○ LR. Zum Aufheben der Kanal-Link-Funktion. (🕮 Kap.6/1 ● 2-Seiten-Menüs).

█ 2+7, Type: HP12, HP 6, LP12, LP 6 ↙○ Peak ○↘ LS 6, LS12, HS 6, HS12. Eine geänderte EQ-Type mit ENTER bestätigen.

█ 3+8, Q: 0.1 ↙○ 2.0 ○↘ 6355, Auflösung: 0.1 (Min - 3.0); 0.2 (3.0 - 6.0); 1 (6.0 - 10.0); 2 (10.0 - 50.0); 5 (50.0 - 200); 10 (200 - 1000); 20 (1000 - Max). Für eine generelle Schrittweite von 0.1 ist bei der Q-Wahl die SHIFT-Taste zusätzlich gedrückt zu halten.

█ 4+9, Hz: 1.0Hz ↙○ 30Hz ○↘ 20.0kHz, Auflösung: 1Hz (1.0 - 100.0Hz); 2Hz (100.0 - 150.0Hz); 5Hz (150.0 - 300.0Hz); 10Hz (300.0 - 600.0Hz); 20Hz (600.0 - 1.00kHz); 50Hz (1.00 - 5.00kHz); 100Hz (5.00 - 20.0kHz). Für eine generelle Schrittweite von 0.5Hz ist bei der Filter-Frequenz-Wahl die SHIFT-Taste zusätzlich gedrückt zu halten.

5+10, dB: -99.0db ↙O <u>0.0dB</u> O↘ +12.0dB, Auflösung 1dB. Für eine generelle Schrittweite von 0.1dB ist bei der Pegel-Wahl die SHIFT-Taste zusätzlich gedrückt zu halten.

Durch gleichzeitiges Drehen und Drücken des Drehgeberknopfes ergibt sich eine größere Schrittweite bei der Parameterwahl.

Unter EQ-Menü 1 wurde die Bedienung des EQ 1 vorgestellt. Im Folgenden werden die EQ 2..14 zur Dokumentation ihrer Erstparameter gezeigt. Die Bedienung aller EQ ist identisch.

EQ-2: EQ 2

Weitere Menüs: ↓ EQ-3..14, ↑ EQ-1..0

```
EQ 2 Type    Q      Hz    dB
LR   Peak    2.0    60.0  +0.0
```

EQ-3: EQ 3

Weitere Menüs: ↓ EQ-4..14, ↑ EQ-2..0

```
EQ 3 Type    Q      Hz    dB
LR   Peak    2.0   120.0  +0.0
```

EQ-4: EQ 4

Weitere Menüs: ↓ EQ-5..14, ↑ EQ-3..0

```
EQ 4 Type    Q      Hz    dB
LR   Peak    2.0   250.0  +0.0
```

EQ-5: EQ 5

Weitere Menüs: ↓ EQ-6..14, ↑ EQ-4..0

```
EQ 5 Type    Q      Hz    dB
LR   Peak    2.0   500.0  +0.0
```

EQ-6: EQ 6

Weitere Menüs: ↓ EQ-7..14, ↑ EQ-5..0

```
EQ 6 Type    Q     kHz    dB
LR   Peak    2.0   1.00   +0.0
```

EQ-7: EQ 7

Weitere Menüs: ↓ EQ-7..14, ↑ EQ-6..0

```
EQ 7 Type    Q     kHz    dB
LR   Peak    2.0   2.00   +0.0
```

EQ-8: EQ 8

Weitere Menüs: ↓ EQ-8..14, ↑ EQ-7..0

```
EQ 8 Type    Q     kHz    dB
LR   Peak    2.0   4.00   +0.0
```

EQ-9: EQ 9

Weitere Menüs: ↓ EQ-9..14, ↑ EQ-8..0

```
EQ 9  Type    Q    kHz     dB
LR    Peak    2.0  8.00   +0.0
```

EQ-10: EQ10

Weitere Menüs: ↓ EQ-11..14, ↑ EQ-9..0

```
EQ10  Type    Q    kHz     dB
LR    Peak    2.0  16.0   +0.0
```

EQ-11: EQ11

Weitere Menüs: ↓ EQ-12..14, ↑ EQ-10..0

```
EQ11  Type    Q     Hz     dB
LR    LS12    0.7  40.0   +0.0
```

EQ-12: EQ12

Weitere Menüs: ↓ EQ-13..14, ↑ EQ-11..0

```
EQ12  Type    Q    kHz     dB
LR    HS12    0.7  5.00   +0.0
```

EQ-13: EQ13

Weitere Menüs: ↓ EQ-14, ↑ EQ-12..0

```
EQ13  Type    Q     Hz     dB
LR    LS12    0.7  40.0   +0.0
```

EQ-14: EQ14

Weitere Menüs: ↑ EQ-13..0

```
EQ14  Type    Q    kHz     dB
LR    HS12    0.7  5.00   +0.0
```

Menüs unter SHIFT EQ

EQ-15: EQ Noise Shaper Select

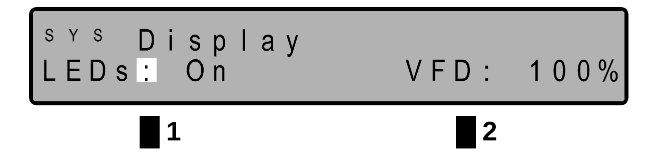
Weitere Menüs: keine

```
EQ Noise Shaper Select
1. Order Error Feedback
```

None ↙○ 1. Order Error Feedback ○↘ Lipsh. 3 Taps Modified E ○↘ Lipsh. 5 Taps Improved E. Requantisierung des 48-Bit breiten Audiosignals auf 24-Bit zur Weiterverarbeitung. Änderungen sind hier nur bei äußerst geringen Pegeln hörbar.

Menüs unter SYS, Systemeinstellungen

SYS-0: Display, LEDs und VFD



Weitere Menüs: 🡣 SYS-1..2

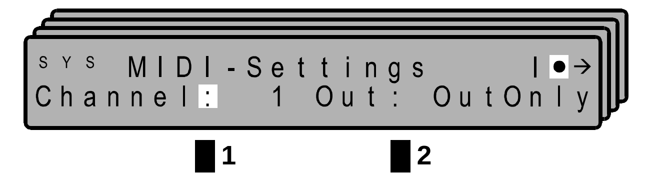
Cursorposition:

█ **1, LEDs: Off ⇙O <u>On</u>.** Sie können die Aussteuerungsanzeigen abschalten. Die Statusanzeige bleibt eingeschaltet.

█ **2, VFD: 25% ⇙O 50% ⇙O 75% ⇙O <u>100%</u>.** Wählen Sie hier die gewünschte Helligkeit des Vakuum-Fluoreszenz-Displays.

Midi-Settings. Dieses Menü erstreckt sich über 4 Seiten und dient der Einstellung verschiedener Parameter zum Datenaustausch über die serielle bzw. MIDI-Schnittstelle, zwischen Controllern untereinander oder vom PC zu einem (zu mehreren) Controller(n) (🕮 Kap.19).

SYS-1/0: Midi-Settings



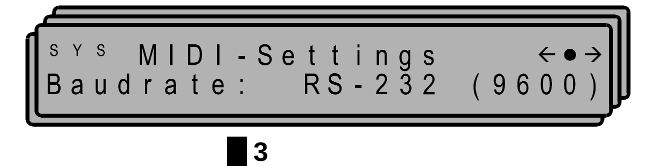
Weitere Menüs: 🡣 SYS-2, 🡡 SYS-0
🡢 SYS-1/1

Cursorposition:

█ **1, Channel: <u>1</u> O⇘⇘ 16.** Teilen Sie hier dem Controller seine Adresse zu (Basiskanäle 1-16), auf dem Daten gesendet und empfangen werden.
⦿ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

█ **2, Out: <u>OutOnly</u> O⇘ Out/Thr O⇘ Loop.** Outonly ist ein reiner MIDI-Ausgang. Out/Thr ist ein MIDI-Ausgang mit zusätzlicher Soft-Thru-Funktion, die die am MIDI-Eingang liegenden Signale durchreicht. Loop ist ein MIDI-Ausgang, auf den alle auf anderen als dem Basiskanal eingehenden Daten weitergereicht werden. Dieser Modus ist zur Verknüpfung mehrerer DSC28-Controller in einer geschlossenen MIDI-Schleife gedacht (🕮 Kap.19).

SYS-1/1: Midi-Settings

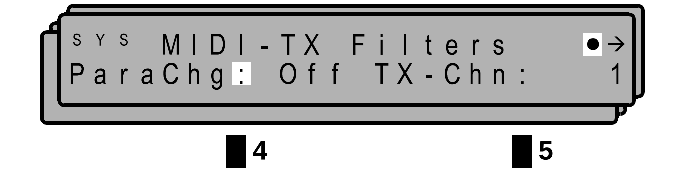


Weitere Menüs: 🡣 SYS-2, 🡡 SYS-0
🡠 SYS-1/0, 🡢 SYS-1/2

Cursorposition:

█ **3, Baudrate: MIDI (31250) ⇙O <u>RS-232 (9600)</u>.** Verwenden Sie RS-232 und das mitgelieferte Kabel, wenn Sie das Gerät mit Hilfe eines PC über eine der seriellen Schnittstellen (COM#) fernbedienen oder das Betriebssystem erneuern und/oder Presets nachladen wollen. Verwenden Sie MIDI, wenn Sie mehrere DSC28-Controller mittels MIDI-Standardkabel miteinander verknüpfen wollen (🕮 Kap.19).
⦿ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

SYS-1/2: Midi-TX Filters



Weitere Menüs: 🡣 SYS-2, 🡡 SYS-0
🡠 SYS-1/1

Cursorposition:

█ **4, ParaChg:** **<u>Off</u> ○➘ On .** Wenn dieser Parameter auf On eingestellt wird, sendet das Gerät alle vorgenommenen Parameteränderungen nach außen. Mehrere Geräte (Slaves) können so gemeinsam von einem Gerät (Master) aus bedient werden.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

█ **5, TX-Chn:** **<u>1</u> ○➘➘ 16 ○➘ OCM.** Mit diesem Parameter wird der Sendekanal für Parameteränderungen gewählt. Neben den Kanälen 1-16 kann auch ein Omni-Channel-Mode (OCM) gewählt werden. Parameteränderungen über diesen Kanal veranlaßt werden von angeschlossenen Geräten unabhängig von der eingestellten Adresse ausgewertet.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

<u>SYS-2:</u> AES Stat. Samplerate

```
SYS AES-Stat. Samplerate
    .........  44.095 kHz
```

Weitere Menüs: ↑ SYS-1..0

Anzeige der gemessenen internen Sample-Rate.

<u>Menüs unter SHIFT SYS</u>

<u>SYS-3:</u> Version No. 1.23c

```
SYS Version-Nr. 1.23c
Reboot  Initialise
```

█ 1 █ 2

Weitere Menüs: ↓ SYS-2, ↑ SYS-5..10 + 2

█ **1, Reboot.** Dieser Befehl setzt alle DSPs zurück und der zuletzt geladene Programm- und Datensatz werden neu geladen und ausgeführt. Die Ausgänge des Gerätes werden zwischenzeitlich gemutet.
⊙ **Enter.** Funktion ausführen.

█ **2, Initialise.** Dieser Befehl ruft das Auswahl-Menü SYS-4 auf.
⊙ **Enter.** Funktion ausführen.

Hat man mit der AUF- oder AB-Taste das Menü SYS-2 erreicht, so hat man gleichzeitig den SHIFT SYS-Bereich verlassen und befindet sich im „normalen“ SYS-Bereich.

<u>SYS-4:</u> Initialise System?

```
Initialize System?
F1-EXIT F2-ClrRAM
```

Weitere Menüs: keine
Cursorposition:

F1-Exit. F1 ist die SYS-Taste. Das Gerät wird nicht initialisiert.

F2-ClrRAM. F2 ist die SET-Taste. Dieser Befehl versetzt das Gerät in die definierte Ausgangsposition, die zur Zeit der Auslieferung bestand. Alle Werte sind danach wieder die sogenannten Erst-Parameter, auf die sich das Manual bei der Beschreibung der Menüs stützt. Alle vorgenommenen Einstellungen gehen verloren. Das Gerät ist jedoch wie zur Erst-Inbetriebnahme betriebsbereit.
Achtung! Auch über die serielle Schnittstelle nachgeladene Presets gehen verloren und müssen erneut geladen werden (🕮 Kap.17). Verwenden Sie diesen Befehl niemals, ohne sich dieser Zusammenhänge und Folgen bewußt zu sein.

Gerätebeschreibung

Der **GAE DIGITAL PA MASTER DSC28** ist ein **digitaler System-Controller** modernster und richtungsweisender Konzeption. In Abgrenzung zu marktüblichen signalverarbeitenden Geräten mit Kontrollfunktion ist der DSC28 bereits während der Entwicklung einer Lautsprecherkombination ein fundamentaler Bestandteil des zukünftigen Lautsprechersystems. Elementare Parameter z.B. eines Topteils werden bereits hier entscheidend beeinflußt. Die vom Anwender auswählbaren Presets repräsentieren somit das Ergebnis intensiver Entwicklung und bestimmen in Symbiose mit den Lautsprecherkomponenten und Endverstärkern das Klang- und Leistungsverhalten des gesamten Systems in seinen unterschiedlichsten Konfigurationen.

Diese Produktphilosophie wurde von GAE bereits bei analogen Steuergeräten (vgl. Soundcontroller BF1, programmierbar per System-Presetkarte) erfolgreich umgesetzt. System-relevante Funktionen sind als abrufbare Presets gespeichert, die für den Anwender wichtigen Parameter sind frei zugänglich und einstellbar. Eine **frei programmierbare Frequenzweiche** ist im Zeitalter der digitalen Signalverarbeitung als Ansteuerungszentrale für GAE-Lautsprecher daher als die schlechtere Wahl zu betrachten.

Funktionen. Der DSC28 vereinigt die Funktionen von Frequenzweiche, Equaliser, Delay und Limiter in einem 1HE-Gehäuse. Ein der Frequenzweiche vorgeschalteter vollparametrischer EQ erleichtert die Anpassung an den Raum. Der Controller ist als fernbedienbare (RS-232/MIDI) 2-Kanal-Steuerzentrale für bis zu 4-Wege-Leistungsanlagen ausgelegt und beinhaltet zwei Analogeingänge, je einen Digital Ein-/Ausgang (AES/EBU), der auch als Digital-Insert nutzbar ist, sowie vier analoge Ausgänge, 1 [SUB], 2 [LOW], 3 [MID], 4 [HIGH] pro Kanal.

Eingangsdynamik. Ohne die Notwendigkeit einer analogen Pegelanpassung erzielt der DSC28 mit Hilfe von Dual-Range-Wandlung und einer Kombination aus analoger Pre-emphasis/digitaler De-emphasis einen Eingangsdynamikbereich von 130dB bei 28dBu maximalem Eingangspegel (@ < 1kHz).

Ausgangsdynamik. Alle Ausgänge des DSC28 können hardwaremäßig individuell an die anzusteuernden Leistungsendstufen angepaßt werden. Modernste 24-Bit-DA-Wandler des Delta-Sigma-Typs kommen zur Anwendung. Daraus resultiert ein ungewöhnlicher Dynamikbereich von ≥114dB!

Rauschen, Dynamik und Headroom. Der Ausgangs-Rauschpegel des DSC28 beträgt -96dBu (unbewertet, 22Hz - 22kHz) bei 18dBu maximalem Ausgangspegel. Mit der Verringerung des maximalen Ausgangspegels durch Anpassung an eine Endstufe wird auch der Rauschpegel entsprechend mit abgesenkt. Gleichzeitig wird dadurch eine hohe Auflösung auf der digitalen Seite möglich, so daß mit diesen Maßnahmen –für ein digitales Gerät ungewöhnlich– der DSC28 sogar einem analogen Standard-Controller überlegen ist. Wichtige Signalverarbeitungsstufen im digitalen Bereich arbeiten mit 48-Bit-Genauigkeit. Im Falle einer Reduzierung von 48-Bit auf 24-Bit wird grundsätzlich ein Noise-Shaper mit 1st Order-Error-Feedback eingesetzt, um geringste Rauschpegel und geringste Verzerrungen insbesondere bei kleiner Aussteuerung zu gewährleisten.

Peak-Limiter. Die verbesserten Möglichkeiten, die sich durch die digitale Technik für Limiter eröffnen, werden für den DSC28 voll ausgeschöpft. Eine vorausschauende Signalanalyse erlaubt es, für das Ausgangssignal erst später auftretende Grenzwertüberschreitungen vorzeitig zu detektieren und die Verstärkung über einen festen Zeitraum mit einer optimal abgestimmten Zeitkonstante zurückzuregeln. Der Spitzenwert wird dabei soweit abgeschwächt, daß er nach einem kontrollierten Überschreiten genau den Schwellwert erreicht. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Limiterschwelle bis zum Grenzwert der Endstufe bzw. der angeschlossenen Lautsprecher angehoben werden kann. Auch plötzliche Sprünge im Signal führen so nicht mehr zu hörbaren Übersteuerungen. Für starke transiente Impulse wird zusätzlich der Effekt der Vorverdeckung ausgenutzt, der die Regelzeit vor dem Impuls nicht wahrnehmbar werden läßt. Eine anschließende Holdzeit verhindert Pegelschwankungen in den direkt nachfolgenden Passagen. Die vorausschauende Signalanalyse erlaubt auch eine sehr viel effizientere Erzeugung des Regelsignals, ohne das Ansprechen des Limiters zu verschlechtern. Hochfrequente Verzerrungen des Nutzsignals durch das Regelsignal treten dadurch nahezu nicht mehr auf.

RMS-Limiter. Die RMS-Limiter des DSC28 schützen die Lautsprecherkomponenten durch Nachbilden der thermischen Zeitkonstanten von Schwingspule und Magnetmaterial.

Delay. Ein Master-Delay zur Einstellung einer Signalverzögerung befindet sich vor dem Filternetzwerk, während eine weitere Delay-Stufe in jedem Ausgangsweg angeordnet ist. Der Laufzeitausgleich zwischen

den einzelnen Lautsprecherkomponenten ist Bestandteil der korrigierenden Filter. Die Mindestgrundlaufzeit des DSC28 beträgt je nach Weg zwischen 5...7ms, hervorgerufen durch A/D-, D/A- Wandlung, Down-/Over-Sampler und das vorausschauende Limiter-Konzept. Alle weiteren Verzögerungen entstehen durch Signalbearbeitung in Filtern und sind insbesondere abhängig vom Laufzeitverhalten des zu korrigierenden Lautsprechersystems, von Filterflankensteilheiten und -grenzfrequenzen.

Filter. Frequenzweichen und Lautsprecherentzerrungen werden im DSC28 als FIR-Filter (Finite Impulse Response) gerechnet. Dies benötigt mehr Rechenleistung im Vergleich zu digitalen Geräten, die auf die Berechnung von IIR-Filtern (Infinite Impulse Response) zurückgreifen und damit analoge Filter im digitalen Bereich nachbilden. Deshalb wurde durch die Down-/Oversampling-Signalstufen in jedem der Wege/Frequenzbereiche, außer dem HIGH-Weg, die zur Verfügung stehende Rechenleistung optimal eingesetzt, was allerdings eine Bandbegrenzung für den SUB-, LOW- und MID-Weg mit sich bringt. Mit FIR-Filtern können entzerrende Filter mit linearphasigem Verhalten realisiert werden, was gleiche Verzögerung für alle Frequenzanteile eines Signals bedeutet. Nachteilig ist dabei, daß linearphasiges Verhalten bis hinunter zu den tiefsten Frequenzen des Übertragungsbereichs eine für Live-Situationen unakzeptabel große Verzögerung erzeugt. Dem kann durch den Übergang zu minimalphasigem („analogem“) Verhalten unterhalb einer bestimmten Frequenz entgegengewirkt werden. Für ein System mit moderaten akustischen Flankensteilheiten (≤ 36dB / Oktave), einem minimalphasigen Verhalten bis zu 120Hz und linearphasigem Verhalten ab 120Hz aufwärts muß mit einer Controller-Grundlaufzeit (linearphasiger Anteil) von ca. 30ms gerechnet werden: Grundverzögerung des DSC28 von ca. 7ms + Filterverzögerungen von ca. 23ms. Da der DSC28 mit FIR-Technologie konzeptioniert ist, ist die Arbeitsweise als programmierbare Frequenzweiche bzw. das Nachbilden von analogen Filtern über die Bedieneroberfläche nicht vorgesehen.

Equaliser (🕮 Kap.8). Angeordnet vor der Frequenzweiche kann der Anwender über je 14 Bänder eines vollparametrischen Equalisers pro Kanal verfügen. Es handelt sich um IIR-Filter, einstellbar über die Bedieneroberfläche. Folgende Filtertypen können angewählt werden: Bell, Low-Shelving, High-Shelving, Low-Pass und High-Pass.

Fazit. Der DSC28 ist ein Systemcontroller von kompromißloser Konzeption, der mit einer standardisierten Bedieneroberfläche für die Änderung von Anwenderparametern und für die Auswahl von Presets aufwartet. Diese Presets werden vom Systemhersteller als relevante Parametersätze vorgegeben. Dadurch ist der DSC28 grundsätzlich für OEM-Anwendungen geeignet. Entwickelt für die Ansteuerung von GAE-Lautsprechersystemen kann der DSC 28 nach entsprechender Programmierung selbstverständlich auch die notwendige Signalverarbeitung für die Ansteuerung verschiedenster Lautsprechersysteme anderer Hersteller übernehmen.

Der durch den Anwender voll bedienbare Equaliser ersetzt ein komplettes zusätzliches 19“-Gerät und ermöglicht somit die unkomplizierte Raumanpassung eines schon optimal entzerrten Lautsprechersystems.

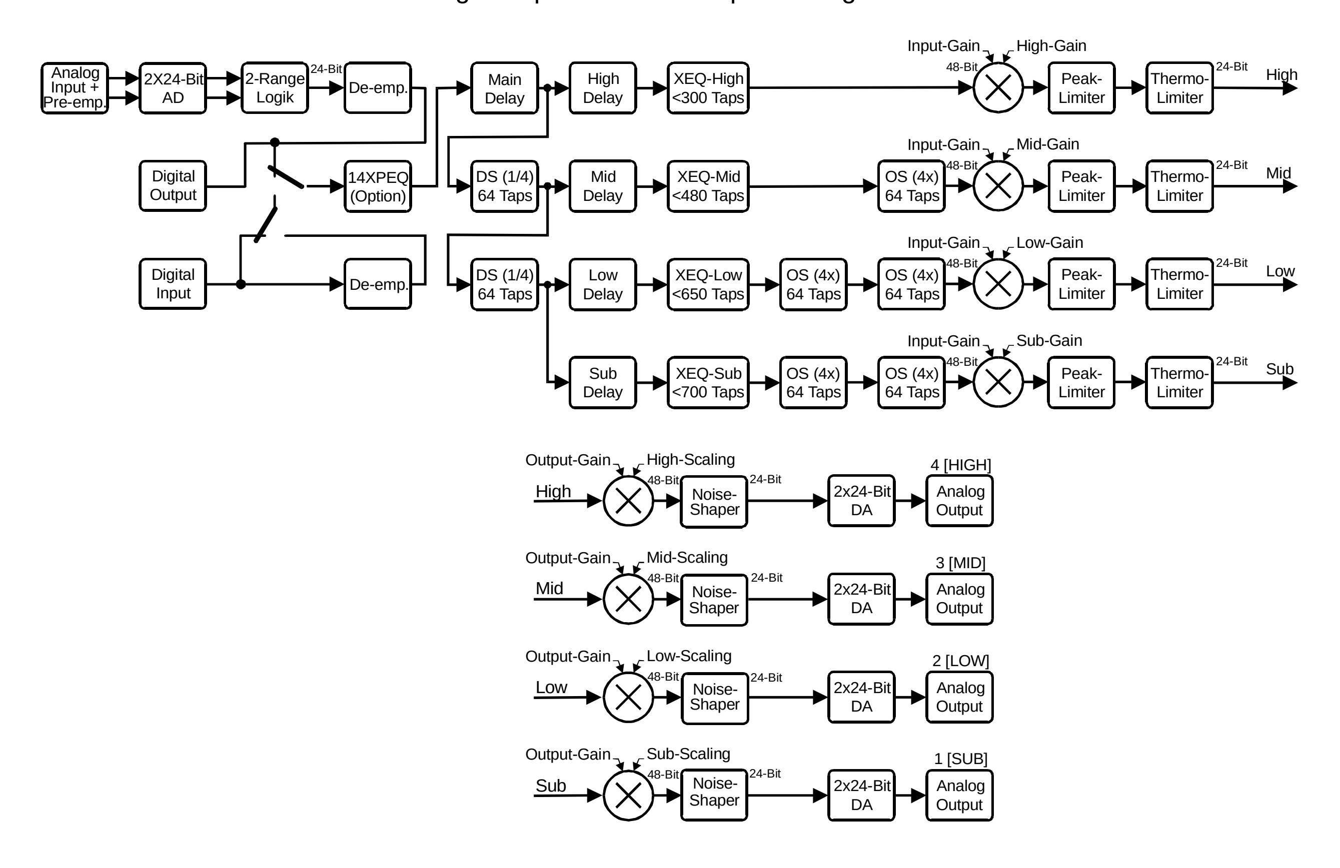
Das Konzept des GAE DSC28 wird nicht erst in der Zukunft für eine Verbesserung der Effizienz der Systementwicklung in der modernen Lautsprechertechnologie sorgen. Bereits heute bietet der Einsatz des DSC28 mit FIR-Filtertechnologie bei der Ansteuerung bestehender Systeme überragende Vorteile.

Die Audioqualität der Signalverarbeitung, hauptsächlich bestimmt durch die verwendeten AD/DA-Wandlerbausteine, aber auch durch die vorgeschalteten und nachfolgenden analogen Schaltungsteile, wurde im Hinblick auf das heute technisch Machbare unter der Prämisse eines akzeptablen Preis-/Qualitätsverhältnisses eingestellt.

Der **GAE DIGITAL PA MASTER DSC28** bietet auf dem neuesten Stand der Technik Lösungen für zukünftige sowie für heutige Anforderungen bei der Ansteuerung von modernen Audiowiedergabesystemen.

Blockschaltbild und Baugruppenbeschreibung

Abb. 11.1 Das Blockschaltbild zeigt beispielhaft den kompletten Signalfluß eines Kanals des DSC28.



Analog-Input. Der analoge Eingang führt nach einem Pre-emphasis-Filter auf zwei Verstärkerstufen mit unterschiedlichen Verstärkungsgraden, die an die beiden Eingänge eines 24-Bit-Stereo-AD-Wandlers angeschlossen sind.

Dual-Range-Wandlung. Auf digitaler Seite wird im Bereich Sound-Processing (SP) die Umschaltung und Anpassung der beiden AD-Kanäle ausgeführt, um die Dual-Range-AD-Wandlung zu komplettieren. Dadurch wird das analoge Eingangssignal auf 24 Bit abgebildet. Danach wird das De-emphasis-Filter gerechnet und das Digitalsignal steht dann für die weitere Verarbeitung zur Verfügung. Auf diese Weise wird ein Dynamikumfang von 127dB erzielt, der auch den der neuesten Generation von 24-Bit-Einzelwandlern bei weitem übertrifft.

Digital In/Output. Am digitalen Ausgang liegt der im 24-Bit-AES/EBU-Format AD-gewandelte Datenstrom ständig an. Alternativ zu den Analogeingängen können die Audiosignale auch direkt über den AES/EBU-Digitaleingang eingespielt werden, wobei wiederum ein De-emphasis-Filter zugeschaltet wird, falls die Begleitdaten des digitalen Signalflusses dieses anfordern. Der Eingang kann in Kombination mit dem Ausgang auch als digitales Insert genutzt werden. Das einzuschleifende Gerät sollte aber tatsächlich der 24-Bit-Verarbeitung mächtig sein, andernfalls ergibt sich eine inakseptable Degration der vorzüglichen Werte des Dual-Range-Wandlers.

Parametrischer Equaliser (PEQ). Für den nun folgenden parametrischen Equalizer mit 2 X 14 Filtern wird ein weiterer Motorola DSP56009/81 verwendet. Zugehörig ist die Funktion EQ-Gain zur Abschwächung des Eingangssignals für den Ausgleich anhebender Filter sowie eine im Ausgang des PEQ befindliche Limiter-Stufe, die digitalen Überlauf verhindert und ein Noise-Shaper, der den Quantisierungsfehler des vollständig mit 48-Bit arbeitenden EQ bei der Requantisierung auf 24-Bit abmildert.

Downsampling. Da bei den folgenden vier Wegen zur weiteren Verarbeitung der Daten die maximale Bandbreite nur für den Hochtonweg erforderlich ist, wird in den anderen Wegen die Abtastrate durch Downsampling um den Faktor 4 (MID) bzw. 16 (SUB und LOW) herabgesetzt. Bei gleichbleibender Anzahl

der Filterkoeffizienten wird durch das Herabsetzen der Abtastrate die Filterlänge um den diesbezüglichen Faktor verlängert, bei gleichzeitiger erheblicher Verringerung der notwendigen Rechenleistung.
Das Downsampling erfolgt hier durch zwei als FIR-Filter mit 64 Taps ausgelegte Tiefpässe. Nach der Tiefpaßfilterung kann das Signal dann mit den reduzierten Abtastraten weiter bearbeitet werden. Die Filtercharakteristik wurde für diese Anwendung auf maximale Sperrdämpfung (>120dB) zur Vermeidung von Störungen durch Aliasing-Effekte ausgelegt.

Delays. Ein Master-Delay zur Einstellung einer Signalverzögerung befindet sich vor dem Filternetzwerk, während eine weitere Delay-Stufe in jedem Ausgangsweg angeordnet ist. Der Laufzeitausgleich zwischen den einzelnen Lautsprecherkomponenten ist Bestandteil der korrigierenden Filter. Die Mindestgrundlaufzeit des DSC28 beträgt ca. 5ms, hervorgerufen durch A/D-, D/A- Wandlung, Down-/Over-Sampling und das vorausschauende Limiter-Konzept. Alle weiteren Verzögerungen entstehen durch Signalbearbeitung in Filtern und sind insbesondere abhängig vom Laufzeitverhalten des zu korrigierenden Lautsprechersystems, von Filterflankensteilheiten und -grenzfrequenzen. Die gesamte Grundlaufzeit des Controllers wird für das jeweils geladene Preset im Master-Delay-Menü angezeigt.

Frequenzweichen- und Entzerr-Filter (XEQ). Es folgen die eigentlichen Frequenzweichen- und Entzerrfilter für die einzelnen Wege (SUB, LOW, MID, HIGH). Die durch die Verwendung von zwei Motorola DSP56009/81-Prozessoren für die XEQ-Filter beider Kanäle des Controllers zur Verfügung stehende Rechenleistung von ca. 80Mips wird den einzelnen Wegen in sinnvoller Weise zugeteilt. Berücksichtigt man nun die für den jeweiligen Weg geltenden Abtastraten, ergeben sich dadurch die in der Tabelle aufgelisteten Daten.

Weg-Nr.	Weg-Name	Down-Sampl. Faktor	Filterlänge Max. Taps	Filterlänge Taps (eff.)	Sample-Freq. kHz	Grenz-Freq. (ca.) kHz	Freq.-Auf-lösung, Hz
1	SUB	16	700	11 200	2.756	1	3.9
2	LOW	16	700	11 200	2.756	1	3.9
3	MID	4	480	1 920	11.025	4	23
4	HIGH	1	300	300	44.100	20	147

Oversampler. Nach den XEQ-Filtern kann die Abtastrate mit einem bzw. zwei 4-fach Oversamplern wieder auf ihren ursprünglichen Wert heraufgesetzt werden. Das Verfahren gestaltet sich in umgekehrter Reihenfolge zum Downsampling. Für den LOW- und SUB-Weg werden zwei 4-fach Oversampler hintereinander geschaltet. Die Tiefpaßfilter sind analog zu den Downsamplern mit 64 Taps ausgeführt und wurden wiederum auf maximale Sperrdämpfung hin optimiert.

Eigenfrequenzgang. Welligkeiten im Durchlaßbereich der Down- und Over-Sampling-Filter sowie Amplituden- und Phasen-Frequenzgänge der analogen Baugruppen des Controllers und auch der Wandlerbausteine werden bei der Erstellung der systemabhängigen Filterkoeffizienten als Eigenverhalten invers berücksichtigt und bei der Erstellung der Koeffizienten der XEQ-Filter wieder kompensiert.

Input-Gain. Die nun folgende Funktion Input-Gain hat einen weiten Pegelstellbereich von -83...+45dB und kann daher als Volume-Regler verwendet werden. Insbesonders hat diese Funktion bei Verwendung der analogen Eingänge die Aufgabe, eine Anpassung der speisenden Quellen an die an den Ausgängen des Controllers angeschlossene PA zu ermöglichen.

Output-Gain (Wege). In der Signalverarbeitung folgt nun die Gain-Funktion der einzelnen Wege mit einem Pegelstellbereich von -18...+6dB. Ausgehend von der 0dB-Stellung können hiermit leichte (geschmackliche) Anpassungen der einzelnen aktiv angesteuerten Schallwandler einer PA untereinander insbesondere im Bassbereich ausgeführt werden. Empfindlichkeitsunterschiede im Schalldruckverlauf der einzelnen Schallwandler eines Lautsprechersystems wurden schon invers durch Skalierung bei der Erstellung der XEQ-Filter-Koeffizienten berücksichtigt (🕮 Kap.14).

Limiter-System. Es folgen zwei Limiter-Funktionen pro Weg. Mit einem kurzen Delay von 1.5ms konnte für die Peak-Limiter eine vorausschauende Arbeitsweise zur Spitzenwertbegrenzung realisiert werden, die durch einen Thermo-Limiter zum Schutz vor thermischer Überlastung der Lautsprecher ergänzt wird. Für jeden Treiber werden die charakteristischen Belastungsdaten und die Leistungsdaten für die anzuschließenden Endstufen während der XEQ-Filterkoeffizientenerzeugung eingegeben, an Hand derer die Schutzschaltung im Controller sinnvoll eingreift. (🕮 Kap.15)

Multi-Path. Die sogenannte Multi-Path-Variante des Controllers ist im Blockschaltbild nicht gezeigt. Mit ihr können zwei bzw. maximal drei Wege des Controllers hinter den Limitern aufsummiert und über einen gemeinsamen Ausgang ausgegeben werden. Dadurch ist es möglich, auch korrigierende Filter für Lautsprecherboxen mit passiver Weiche zu erstellen. Die XEQs und die Limiter für die Frequenzbereiche der einzelnen passiv getrennten Treiber werden individuell gestaltet, die bearbeiteten Einzelwege werden zum Schluß summiert, einer weiteren Peak-Limiterstufe zugeführt und stehen dann über den einen Ausgang zur Verfügung. Es folgen die möglichen Multi-Path-Varianten und ihr zugeordneter Ausgang:
LOW + MID → 3 [MID]
MID + HIGH → 4 [HIGH]
LOW + MID + HIGH → 4 [HIGH]

Presets. Ein Preset beinhaltet einen vom Hersteller eines Lautsprechersystems voreingestellten Parametersatz, der als Gesamtheit ausgewählt und dann über den Controller für das System aktiviert werden kann. Das Preset enthält

- die Systementzerrung in Betrag und Phase unter Berücksichtigung der Schalldruck- und Schalleistungsmessungen der Lautsprecherkomponenten sowie des Eigenfrequenzgangs des Controllers. Die Entzerrung wird auf eine Zielfunktion (z.B. linear von Frequenz X bis Frequenz Y) hin ausgeführt.
- die Bandpass-Struktur unter Berücksichtigung des Übernahmeverhaltens der Wege untereinander einschließlich des Abstrahlverhaltens in den Übernahmebereichen sowie der Leistungsdaten der Lautsprecherkomponenten.
- den Laufzeitausgleich (Time-Alignment) zwischen Lautsprecherkomponenten der PA, deren akustische Zentren nicht auf einer vertikalen Linie liegen.
- die Limiter-Thresholds in Bezug auf die Leistungsdaten der angeschlossenen Lautsprecherkomponenten und Leistungsverstärker.
- die Output-Scaling-Faktoren, die die optimale Balance zwischen der Verstärkung der analogen Ausgangsstufen des DSC28, den Verstärkungsfaktoren der angeschlossenen Leistungsverstärker, den Limiter-Thresholds und einer möglichst hohen digitalen Auflösung der Signalverarbeitung gewährleisten.

Output-Gain. Bevor das Signal an die DA-Wandler ausgegeben wird, erfährt es ggf. noch eine gemeinsame Abschwächung in den vier Wegen durch Output-Gain mit einem Stellbereich von 0...-24dB. Diese Funktion wirkt wie ein Volume-Steller, ist aber eher als ‘Safer’-Steller zu interpretieren, da das Output-Gain sich hinter den Limitern befindet und dadurch die maximal mögliche Ausgangsleistung der Leistungsanlage verringert.

DA-Wandler. Modernste 24-Bit-DA-Wandler des Delta-Sigma-Typs kommen zur Anwendung, für jeden Weg ein Stereo-Wandler in Parallelschaltung. Daraus resultiert ein ungewöhnlicher Dynamikbereich von ≥114dB! Ein Tiefpaß 2.Ordnung sorgt nach den in den Wandlern befindlichen Tiefpässen für die Rekonstruktion des digitalen Datenflusses der überabgetasteten Wandler-Ausgangssignale.

Analog-Output. Die Ausgangsverstärker des DSC28 sind elektronisch symmetriert und niederohmig ausgelegt. Sie sind anschlußmäßig wie ein Transformatorausgang anzusehen, d.h. der Ausgangssignalstrom fließt nur zwischen den beiden aktiven Ausgangspolen (📖 Kap.16). Bei dem maximalen Ausgangspegel von 18dBu kann der Ausgang mit ≥375Ω belastet werden. Es ergibt sich ein für ein digitales Gerät bemerkenswerter Ausgangsdynamikwert von ≥114dB. Die Anpassung an verschiedenste Verstärkungswerte von Endstufen geschieht hier in drei Stufen maximal möglicher Ausgangspegel (18, 12 und 6dBu) und wird ferner feineingestellt bei der Skalierung der XEQ-Filter. Die vorzüglichen Dynamikwerte und insbesondere eine hohe Auflösung des digitalen Signals an den DA-Wandler-Eingängen des Controllers bleiben damit auch bei Anschluß hochverstärkender Leistungsendstufen erhalten.

Kapitel 12

Gainstruktur und Dynamik

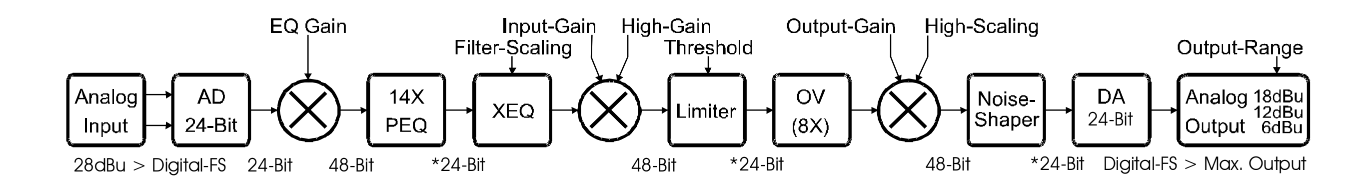


Abb. 12.1 Gainstruktur. An Hand des HIGH-Weges ist hier beispielhaft der Signalflußplan als Auszug aus dem Blockschaltbild gezeigt. Es werden nur Baugruppen berücksichtigt, die ganz oder teilweise Gain-relevant sind. (Der Indexstern bei *24-Bit bedeutet: Reduktion von 48-Bit auf 24-Bit mittels Noise-Shaper mit 1st Order-Error-Feedback).

Dual-Range-AD. Durch den Einsatz eines Rual-Range-AD-Wandlers konnte die Eingangsdynamik um ca. 17dB gesteigert werden. Die Grundidee des Dual-Range-AD besteht darin, daß zwei getrennte AD-Wandler gleichzeitig das Eingangssignal mit jeweils unterschiedlichen Vorverstärkungen umsetzen. Ein nachfolgender intelligenter Umschalter, schon im digitalen Bereich, schaltet bei Übersteuerung des verstärkten Kanals auf den unempfindlicheren Kanal um. Selbstverständlich müssen für eine gute Signalverarbeitungsqualität Kennliniendifferenzen der beiden gleichen (aber nicht idealen) Wandlerbausteine, vom Sollwert abweichende Differenzen der mit den unterschiedlichen Verstärkungsfaktoren versehenen analogen Verstärker sowie DC-Offsets und allgemeine Langzeitstabilität beachtet werden. Das geschieht durch eine adaptive Nachregelung dieser Parameter. Einbezogen in die analoge Eingangsbeschaltung der Wandler ist ein Pre-emphasis-Filter, das eine Höhenanhebung mit einem genormten Frequenzgang bewirkt, gekennzeichnet durch die beiden Zeitkonstanten 50µs und 15µs. Diese Vorverzerrung wird während der digitalen Signalverarbeitung durch ein De-Emphasis-Filter wieder rückgängig gemacht. Diese Höhenanhebung wirkt sich natürlich auch auf das Eigenrauschen der Wandler aus, welches vorher nicht durch das Pre-emphasis-Filter angehoben wurde. Der Vergleich der Rauschleistung eines Signals mit weißem Rauschen vor und hinter dem De-emphasis-Filter zeigt einen Pegelunterschied von 5.5dB und entspricht dem Dynamikgewinn durch diese Maßnahme, welche unabhängig von der Anwendung eines Dual-Range-Prinzips anwendbar ist. Durch die Anhebung der hohen Frequenzen wird allerdings die Höhenaussteuerbarkeit verringert (max. 28dBu - 10dB @20kHz), was bei üblicher Spektralverteilung von Musiksignalen kein Problem darstellt.

PEQ. Der Anwender kann über je 14 Bänder pro Kanal eines vor der Frequenzweiche angeordneten parametrischen Equalisers verfügen. Es handelt sich um (‘analoge’) IIR-Filter, einstellbar über die Bedieneroberfläche. Folgende Filtertypen können angewählt werden: Bell, Low-Shelving 6 und 12dB/Oktave, High-Shelving 6 und 12dB/Oktave, Low-Pass 6 und 12dB/Oktave, High-Pass 6 und 12dB/Oktave. Vorgeschaltet ist die Funktion EQ-Gain zur Abschwächung des Eingangssignals, um anhebende Filter auszugleichen. Das Signal verläßt die Gain-Stufe mit 48-Bit-Genauigkeit, der gesamte PEQ wird in dieser Genauigkeit gerechnet. Am Ausgang befindet sich zur Vermeidung eines möglichen Überlaufs ein Limiter. Mit Hilfe eines Noise-Shapers mit Error-Feedback, der entstehende Quantisierungsfehler (Verzerrungen und Rauschen) dieser Baugruppe abmildert, wird das Signal wieder auf 24-Bit Genauigkeit reduziert.

Hoch- und Tiefpässe des PEQ sollten nur zur zusätzlichen Bandbegrenzung am untersten und obersten Ende des Gesamtübertragungsbereiches verwendet werden, nach Möglichkeit sollte aber von einem Einsatz abgesehen werden. Eine vollständige, auf das Lautsprechersystem abgestimmte System-entzerrende Frequenzweiche liegt ja bereits schon innerhalb des gerade wirksamen Presets via XEQ vor. Um klangliche Verfärbungen eines Raumes zu kompensieren, sollten maßgeblich die Bell-EQs zur Anwendung kommen. Wir empfehlen zunächst –insbesondere für den Bass-Bereich– die Möglichkeiten der Balancierung der einzelnen Lautsprecherwege mit den Output-Gain-Stellern auszuschöpfen.

Auf eine beschränkende Besonderheit, die sich bei der Verwendung von Shelving-Filtern zeigt, sei hier kurz aufmerksam gemacht. Wird z.B. ein High-Shelving-Filter mit 12dB pro Oktave, Grenzfrequenz von 5kHz und einem Q-Faktor von 0.7 eingestellt, so läßt die Bedienoberfläche keine Gain-Einstellung höher als +5dB zu. Bei Verringerung des Q-Faktors oder Erhöhung der Grenzfrequenz wird jeweils ein höherer Wert zugelassen. Diese Beschränkung nimmt das Gerät vor, weil die errechneten Filterkoeffizienten für einen höheren Anhebungsbetrag den Wertebereich der DSPs (Digital Signal Processoren) verlassen würden und somit nicht darstellbar sind.

XEQ. (📖 Kap.14) Der Einfluß der XEQ-Filter auf die Gain-Struktur wird durch zwei Bedingungen bestimmt: zum einen die Wirkungsgraddifferenzen der einzelnen Schallwandler eines Lautsprechersystems, die bei der Erstellung ihrer Koeffizienten zu einer relativen Skalierung der Filter führen, und zum anderen, daß der höchste auftretende Peak im Amplitudenfrequenzgang aller Teilfilter (Wege) eine weitere gemeinsame Skalierung aller Filter auf den maximal darstellbaren Wert des digitalen Systems erfordert (Digital-Full-Scale).

Limiter. (📖 Kap.15) Eine für das Ausgangssignal auftretende Grenzwertüberschreitung wird von den Peak-Limitern detektiert und die Verstärkungen über einen festen Zeitraum mit optimal abgestimmten Zeitkonstanten zurückgenommen. Die Spitzenwerte werden dabei soweit abgeschwächt, daß sie nach einem kontrollierten Überschreiten genau die Schwellwerte erreichen. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Limiterschwellen bis an die Grenzwerte der Leistungsverstärker bzw. der angeschlossenen Lautsprecher verschoben werden können. Auch plötzliche Sprünge im Signal führen so nicht mehr zu hörbaren Übersteuerungen. Dies erfordert jedoch eine genaue Anpassung aller nachfolgenden Baugruppen an diese Werte. Die Bezugsgrößen der Limiter sind die Leistungsdaten der Lautsprecherkomponenten sowie der Leistungsverstärker. Die RMS-Limiter schützen die Lautsprecherkomponenten prinzipiell auf die gleiche Weise, beziehen sich aber auf die thermischen Grenzwerte der Lautsprecherkomponenten.

DA-Wandler. Der DA-Wandler hat die Aufgabe, den digitalen Signalfluß mit möglichst geringem Dynamikverlust in ein entsprechendes analoges Signal zu konvertieren. Leider sind die DA-Wandler das „schwächste Glied“ der Verarbeitungskette und bestimmen somit den Ausgangsrauschpegel. Sie wurden daher eingebettet in eine digital/analoge Gain-Struktur. Die Funktion Output-Scaling sorgt für eine optimale digitale Ansteuerung der Wandler (≡ Digital-FullScale). Sie wird bei der Koeffizientenerstellung für die XEQ-Filter eingebunden. Die Bezugsgrößen für Output-Scaling sind die Verstärkungsgrade der Leistungsverstärker und der analogen Ausgangstreiberstufen des DSC28 (≡ Output-Range).

Analog-Output. Die Anpassung an verschiedenste Verstärkungswerte von Endstufen geschieht hier in drei Output-Range-Stufen maximal möglicher Ausgangspegel: 18, 12, 6dBu. Der von der Hauptrauschquelle DA-Wandler erzeugte Rauschpegel wird jeweils entsprechend mit abgesenkt.

Gain-Steller. Die Funktion der Gain-Steller ergibt sich aus ihrem Arbeitsbereich und ihrer Position in der Signalkette.

- **EQ-Gain.** Diese Funktion dient der Abschwächung des Eingangssignals, um anhebende Filter auszugleichen. Stellbereich 0...-24dB.
- **Input-Gain.** Diese Funktion hat einen weiten Pegelstellbereich von -83...+45dB und kann daher als Volume-Steller verwendet werden, hat aber insbesondere bei Verwendung der analogen Eingänge die Aufgabe, eine Anpassung der speisenden Quelle an die an den Ausgängen des Controllers angeschlossene Leistungsanlage zu ermöglichen. Durch den hohen maximalen Aussteuerungsgrad der Analogeingänge von ≤ 28dBu ist ein Anpassungswert von 30dB für +4dBu-Systeme normal.
- **Wege-Gain.** Diese Funktion –hier stellvertretend für HIGH-Gain– ermöglicht ggf. leichte Pegelanpassungen der einzelnen Wege untereinander. Der Stellbereich beträgt -18...+6dB. Vor den Limitern positioniert ist dieser Steller nicht(!) dazu geeignet, eine Pegelanpassung für einen Leistungsverstärker mit anderem Verstärkungsfaktor als den ursprünglich vorgesehenen vorzunehmen.
- **Output-Gain.** Diese Funktion erlaubt die Absenkung der Ausgangspegel hinter den Limitern für alle Wege gleichzeitig. Sie verringert damit die maximal mögliche Ausgangsleistung der Leistungsanlage. Die Bezeichnung Safer-Steller ist daher durchaus sinnvoll. Stellbereich 0...-24dB.

Dynamikbetrachtung. Alle im folgenden beschriebenen Rausch- und Dynamikwerte sind unbewertet angegeben, die Meßbandbreite beträgt 22Hz...22kHz. Durch den Einsatz von Dual-Range-Wandlung am Eingang sowie analoger Pre-emphasis/digitaler De-emphasis konnte die hohe Eingangsdynamik von 130dB bei 28dBu maximalem Eingangspegel erzielt werden. Als Eingangsdynamik wird dabei das Verhältnis der Aussteuerungsgrenze des nicht verstärkten AD-Kanals zum Eigenrauschen des verstärkten Kanals definiert. Die DA-Wandler dominieren mit ihrem geringerem Geräuschspannungsabstand von 114dB die Durchgangsdynamik des Gerätes, wobei ein ‘Dynamiküberschuß’ von 130dB - 114dB = 16dB entsteht, der den Limitern als zusätzlich nutzbarer Headroom zugerechnet wird. Die digitale Signalverarbeitung wurde an diese Eckwerte in der Weise angepaßt, daß sie immer mit genügender Genauigkeit arbeitet. (48-Bit-statt 24-Bit-Genauigkeit; Einsatz von Noise-Shaper mit 1st Order-Error-Feedback bei Reduzierung von 48-Bit auf 24-Bit) So liegt das digitale Requantisierungsrauschen immer deutlich unter dem Rauschwert der Wandler und sonstigen analogen Baugruppen. Der Einsatz von Dither und Noise-Shapern hat darüberhinaus den immensen Vorteil, daß Verzerrungen bei Kleinsignalaussteuerung drastisch reduziert werden,

was dem Klangverhalten des Controllers selbstverständlich sehr zugute kommt. Analoge Controller bieten Dynamikbereiche von etwa 120dB, bezogen auf übliche maximale Ausgangspegel von 26dBu. Der resultierende Rauschpegel beträgt dann -94dBu, wobei der vergleichbare Wert des DSC28 -96dBu bei maximalem Ausgangspegel von 18dBu beträgt. Mit der Verringerung des maximalen Ausgangspegel durch Anpassung an typische Endstufen wird auch der Rauschpegel entsprechend weiter abgesenkt.

Endstufen-Anpassung. Wie schon beschrieben erfolgt eine Anpassung der DSC28-Ausgangsstufen an einen anzuschließenden Leistungsverstärker durch eine digital/analoge Gain-Struktur. An einem Beispiel mit Fehlanpassung sollen die Vorteile dieser Maßnahme aufgezeigt werden: Ein Leistungsverstärker liefert bei 0dBu Eingangsspannung die gewünschte Leistung für die angeschlossene Lautsprecherkomponente. Die nötige Anpassung der analogen Ausgangsstufe des DSC28 wird nicht vorgenommen, während dann das Output-Scaling des Controllers zur Anpassung auf -18dB gesetzt werden muß. In der Tabelle werden die Werte mit denen bei „Richtig"-Anpassung verglichen. Es ergibt sich eine Verschlechterung des Ausgangsrauschpegels und des Dynamikwertes um 18dB, aber auch eine Verschlechterung der digitalen Auflösung um 3-Bit, dem 18dB entsprechenden Wert. Der Wandler darf nur noch mit 21-Bit beschickt werden, um den Leistungsverstärkerausgang nicht zu übersteuern.

Anpassung	Output-Scaling	Output-Level (max)	Output-Level (eff.)	Rausch-Pegel (DA)	Rausch-Pegel (Out)	Auflösung (digital)	Output-Dynamik
richtig	0dB	0dBu	0dB	-96dBu	-114dBu	24-Bit	114dB
falsch	-18dB	18dBu	0dB	-96dBu	-96dBu	21-Bit	96dB

Zusammen mit der Funktion Output-Scaling und der Parallelschaltung eines Stereo-DA-Wandlers pro Weg ergibt die Anpassung an den Verstärkungsfaktor des Leistungsverstärkers die bis heute (Januar 2001) noch nicht übertroffenen vorzüglichen Dynamikwerte und insbesondere eine immer gleich hohe Auflösung des digitalen Signalflusses an den DA-Wandler-Eingängen des Controllers. Wegen der Stufeneinstellung des Parameters Output-Range in drei 6dB-Schritten ist eine Fehlanpassung weiterhin möglich, jedoch um maximal 6dB.

Austausch einer Endstufe. Beim Austausch eines Leistungsverstärkers muß neben gleichen Leistungsdaten auch unbedingt auf den gleichen Verstärkungsfaktor geachtet werden, andernfalls ist eine Anpassung der beiden beteiligten Gain-Faktoren Output-Scaling und -Range unumgänglich. Der Wert für Output-Scaling ist Bestandteil eines Koeffizientensatzes der XEQ-Filter und somit integraler Bestandteil eines Preset. Der Wert für Output-Range wird jeweils durch einen Schalter mit drei Positionen im analogen Bereich der Ausgangsschaltungen gesetzt. Es ist weiterhin zu berücksichtigen, daß die Limiter-Threshold-Werte –ebenfalls Bestandteil der Presets– in einem genau bestimmten Verhältnis zu den beiden Output-Werten stehen und daß durch diese Balance die Ausgangs-Bargraph-Ketten jederzeit den exakten Aussteuerungszustand der gesamten Leistungsanlage darstellen können. Wird diese Balance durch den Austausch einer oder mehrerer Endstufen mit anderen Leistungsdaten und/oder Verstärkungsfaktoren in verschiedenen Wegen der Leistungsanlage gestört, so ist neben klanglichen und anderen Nachteilen die Sicherheit der Lautsprecherkomponenten durch falschen Limiter-Einsatz insbesondere dann gefährdet, wenn die Verstärkungsfaktoren einen höheren Wert gegenüber den ursprünglichen aufweisen. Zur Not kann durch die Funktion Output-Gain für alle Wege gleichzeitig eine Anpassung an höher verstärkende Endstufen vorgenommen werden, sofern dies alle Wege gleichzeitig betrifft. Eine Anpassung an Endstufen mit geringerem Verstärkungsfaktor ist hingegen nicht möglich: Sind die Verstärkungsfaktoren geringer, so kann die eigentliche (abgesicherte) Leistungsfähigkeit des Lautsprechersystems nicht mehr voll ausgenutzt werden.

💣 **Ein Austausch von Leistungsverstärkern einer Leistungsanlage darf ohne weitere Überlegungen nur dann vorgenommen werden, wenn Leistungsdaten und Verstärkungsfaktoren übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, muß mit Einbußen des klanglichen Verhaltens und der Sicherheit der Lautsprecherkomponenten des Systems gerechnet werden.**

Kapitel 13

Laufzeitbetrachtung

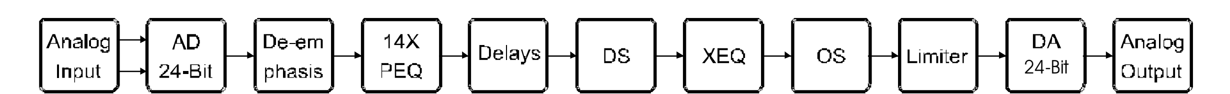


Abb. 13.1 Laufzeitbetrachtung. An Hand eines der unteren 3 Wege ist hier beispielhaft der Signalflußplan als Auszug aus dem Blockschaltbild gezeigt. Es werden nur Baugruppen berücksichtigt, die die Laufzeit beeinflussen.

Laufzeit. Jeder digitale Controller addiert dem durch seine Signalverarbeitungs-ICs hindurchlaufenden Signal eine Laufzeit hinzu, die grundsätzlich immer höher ist als bei einem vergleichbaren analogen Gerät, selbst wenn auf dem digitalen Gerät nur das analoge nachgebildet wird. Das Signal verläßt um einen bestimmten Betrag verzögert das digitale Gerät, selbst wenn in dem betrachteten Audiofrequenzbereich keine Signalveränderung stattfindet, das Signal also 'nur' AD-gewandelt wird, vom DSP weitergereicht und schließlich wieder DA-gewandelt wird. Die Laufzeit für die Kette AD-Wandler (kein Dual-Range-Prinzip), DSP-Chip und DA-Wandler, über die jeder digitale Controller im mindesten verfügt, beträgt ca. 1.5ms. Dabei benötigen die beiden Wandler 98.5% dieser Zeit für ihre Arbeit. Weitere digitale Systembaugruppen des DSC28, wie z.B. Down- und Oversampler, die Realisierung des Dual-Range-Prinzips und die Limiter brauchen zusätzliche Laufzeit. Die Bemühungen für eine bessere Signalqualität im digitalen Bereich müssen überwiegend mit Laufzeit beglichen werden. Hier gilt es durch Schaltungs- und Logikoptimierung diese Zeiten so gering wie möglich zu halten. Die Durchlaufzeit muß nicht unbedingt einen konstanten Wert annehmen, der Betrag der Laufzeit ist beim DSC28 in Teilen frequenzabhängig. Im weiteren werden die Laufzeiterzeugenden Baugruppen des DSC28 und ihr grundsätzliches Laufzeitverhalten in drei voneinander abhängige Gruppen eingeteilt.

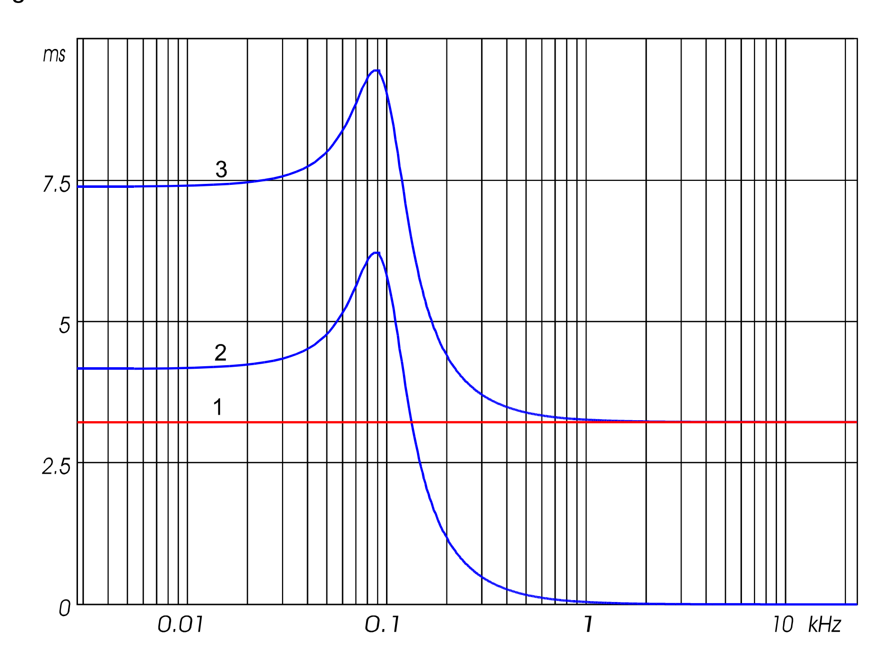


Abb. 13.2 Grundsätzliches Laufzeitverhalten. Kurve 1, linearphasig. Alle durchlaufenden Frequenzen erfahren die gleiche Laufzeit. (Ein digitales Delay zeigt z.B. ein derartiges Verhalten) Kurve 2, minimalphasig. Die Laufzeit ist frequenzabhängig, oberhalb einer Grenzfrequenz strebt sie gegen Null. (Minimalphasige Objekte sind z.B. analoge Filter und Lautsprecherkomponenten) Die gezeigte Laufzeit repräsentiert einen Butterworth-Tief- oder Hochpass, 24dB/Oktave, Grenzfrequenz 100Hz. Kurve 3, Kombination. Die gezeigte Laufzeit könnte einem digitalen Controller entsprechen, der das Butterworth-Filter mit dem linearphasigen Anteil der Kurve 1 berechnet.

Auf eine Darstellung des Phasenfrequenzganges wird grundsätzlich zugunsten des Laufzeitfrequenzganges (Group-Delay) verzichtet, weil die Phasen-Darstellung für weite Frequenzbereiche und höhere Laufzeiten nicht interpretierbar ist. Bei einer Laufzeit von 5ms und einer Frequenz von 1kHz ist der Betrag der Phase 1800°, bei 10kHz beträgt dieser 18000°. Die unterschiedlichen Laufzeitverhalten werden mit den Kürzeln L-Ph für linearphasig, M-Ph für minimalphasig und L/M-Ph für Kombinations-Phase, bezeichnet.

1. Laufzeiteigenverhalten. Das Laufzeitverhalten der für die Funktion und das Arbeitsprinzip des Controllers nötigen Baugruppen, die die Grundvoraussetzung für die Anwendung der weiteren Baugruppen bilden:

Analog-Input	Hoch- und Tiefpässe, Pre-emphasis, Anti-Alias	M-Ph
AD-Wandler	Umsetzung, Decimation, Dual-Range-Prinzip	L-Ph
De-emphasis	Invers zur Pre-emphasis ergibt zusammen	L-Ph
Downsampler	Abtastraten-Herabsetzung	M-Ph
Oversampler	Abtastraten-Heraufsetzung	M-Ph
DA-Server	Interpolation	L-Ph
DA-Wandler	Umsetzung	L-Ph
Analog-Output	Rekonstruktion	M-Ph

2. Laufzeitverhalten der Systementzerrung. Das Laufzeitverhalten der für die eigentliche Aufgabe, nämlich die Systementzerrung, wichtigen Baugruppen:

Alignment	Laufzeitausgleich für Lautsprecherkomponenten	L-Ph
XEQ	Bandpässe und Systementzerrung	L-Ph...L/M-Ph...M-Ph
Limiter	Vorausschauendes Limiter-Konzept	L-Ph

3. Zusätzliche Laufzeiten. Das Laufzeitverhalten von Baugruppen, die vom Anwender über die Bedienoberfläche beeinflußbar sind:

PEQ	Equaliser je nach Verwendung	M-Ph
Master-Delay	Additive Laufzeit für alle Wege	L-Ph
Wege-Delay	Additive Laufzeit für einzelne Wege	L-Ph

Grundlaufzeit. Am Ende der Laufzeitbetrachtung kann resümiert werden, daß eine Grundlaufzeit der vier Wege des Controllers angegeben werden kann. Wegen unterschiedlicher Down/Over-Sampling-Wege ergibt sich jeweils ein abweichendes linearphasiges Verhalten mit minimalphasigen Anteilen. Neben dem Amplitudenfrequenzgang wird auch der Laufzeitanteil des Eigenverhaltens des Controllers bei der Erstellung der System-entzerrenden Filter berücksichtigt. Die endgültige gesamte Grundlaufzeit des DSC28 ist stark abhängig von der Art der Systementzerrung und damit auch von dem zu entzerrenden Lautsprechersystem. Ihr linearphasiger Anteil wird für die aktivierten Presets jeweils im Menü Master Delay angezeigt. Die zusätzlichen, vom Anwender erzeugbaren Laufzeiten der Gruppe 3. werden der Gesamtgrundlaufzeit nicht zugerechnet.

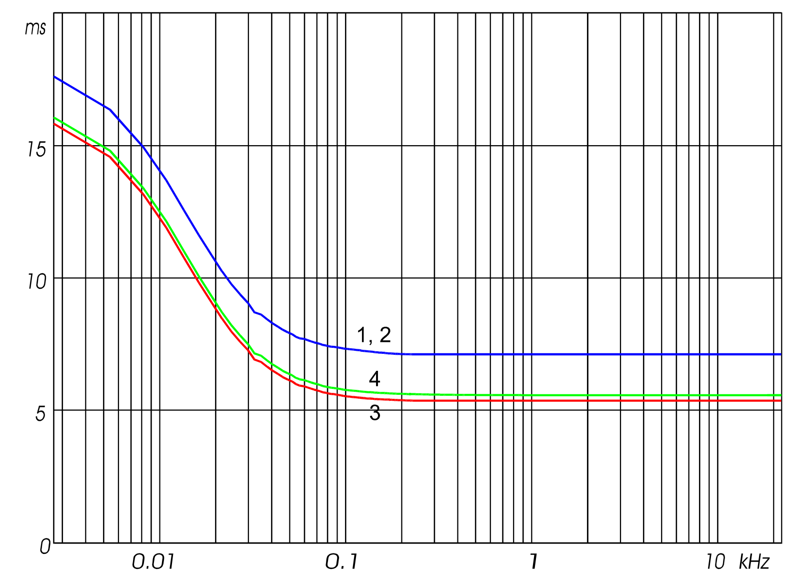


Abb. 13.3 Laufzeiteigenverhalten. Die Grundlaufzeit der vier Wege manifestiert sich in den Werten der linear-phasigen Anteile der Laufzeiten, einschließlich der Laufzeiten für die vorausschauenden Limiter von je 1.5ms: SUB + LOW: 7.2ms, MID: 5.4ms, HIGH: 5.6ms. Die minimalphasigen Anteile, der Laufzeitanstieg zu tiefen Frequenzen hin, entstehen durch einen Hochpass erster Ordnung in der Baugruppe Analog-Input (Koppelkondensator).

Presets

Presets. Ein Preset beinhaltet einen vom Hersteller eines Lautsprechersystems voreingestellten Parametersatz, der als Gesamtheit ausgewählt wird und dann über den Controller auf das System wirkt. Bei der Erstellung eines Preset werden die folgenden Parameter berücksichtigt:

Systementzerrung. Die interpretierten und ggf. vorab editierten Schalldruck- und Schalleistungsmessungen der Lautsprecherkomponenten, das bekannte Eigenverhalten des Controllers sowie eine vorgegebene Zielfunktion für den gewünschten resultierenden Frequenzgang der Lautsprecherkombination sind die Ausgangsparameter für die Entzerrung der Amplitude. Empfindlichkeitsunterschiede zwischen den Lautsprecherkomponenten werden hierbei berücksichtigt. (Filter-Scaling)

Bandpass-Struktur. Die Bandpass-Struktur wird unter Berücksichtigung des Übernahmeverhaltens der Lautsprecherkomponenten untereinander einschließlich ihres Abstrahlverhaltens in den Übernahmebereichen sowie ihrer Leistungsdaten mit Hilfe der Vorgabe von Ziel-Bandpässen erstellt.

Laufzeitverhalten. Wegen der Verwendung von FIR-Filtertechnik kann das Laufzeitverhalten der Entzerrung getrennt vom Amplitudenfrequenzgang gewählt werden. Ein Laufzeitausgleich (Time-Alignment) zwischen Lautsprecherkomponenten der Leistungsanlage –akustische Zentren liegen nicht auf der gleichen vertikalen Linie– wird hier miteinbezogen.

Limiter. In Bezug auf die Leistungsdaten der angeschlossenen Lautsprecherkomponenten und Leistungsverstärker werden die Limiter-Thresholds gewählt. (🕮 Kap.15).

Output-Scaling. Bestandteil eines Parametersatzes sind Output-Scaling-Faktoren, die die optimale Balance zwischen der Verstärkung der analogen Ausgangsstufen des DSC28, den Verstärkungsfaktoren der angeschlossenen Leistungsverstärker, den Limiter-Thresholds und einer möglichst hohen digitalen Auflösung der Signalverarbeitung gewährleisten.

FIR-Filtertechnik. Die Berechnung von FIR-Filtern (Finite-Impulse-Response) verlangt wesentlich mehr Rechenleistung im Vergleich zu digitalen Geräten, die auf die Berechnung von IIR-Filtern (Infinite-Impulse-Response) zurückgreifen und damit analoge Filter im digitalen Bereich nachbilden. Deshalb wurde durch die Down-/Oversampling-Baugruppen in jedem der Wege/Frequenzbereiche (außer dem HIGH-Weg) die zur Verfügung stehende Rechenleistung optimal eingesetzt. Dies fordert jedoch eine Bandbegrenzung auf einen nutzbaren Frequenzbereich der SUB- und LOW -Wege bis ca. 1kHz und des MID-Weges auf ca. 4kHz. Mit FIR-Filtern können entzerrende Filter mit linearphasigem Verhalten realisiert werden, was gleiche Verzögerung für alle Frequenzanteile eines Signals bedeutet. Nachteilig wirkt sich dabei aus, daß linearphasiges Verhalten bis hinunter zu den tiefsten Frequenzen des Übertragungsbereichs eine für Live-Situationen unakzeptabel große Laufzeit erzeugt. Dem kann durch den Übergang zu minimalphasigem („analogem“) Verhalten unterhalb einer bestimmten Frequenz entgegengewirkt werden. Für ein System mit moderaten akustischen Flankensteilheiten (≤36dB / Oktave), einem minimal-phasigen Verhalten bis zu 120Hz und linearphasigem Verhalten ab 120Hz aufwärts, muß mit einer Controller-Grundlaufzeit (linear-phasiger Anteil) von ca. 30ms gerechnet werden: Grundverzögerung des DSC28 von ca. 7ms + Filterverzögerungen von ca. 23ms.

Parametersatzerstellung. Dem Systementwickler dient der DSC28 zusammen mit dem Meßsystem MF des ITA (Institut für Technische Akustik) der RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) Aachen, welches auch über die Parametersatzerzeugung verfügt, nach dem vorstehenden Schema als universelles Werkzeug zur Erstellung der XEQ-Filter und Schutzfunktionen. Es ist somit unmittelbarer Bestandteil der Entwicklung eines Lautsprechersystems. Die fertigen Parametersätze der XEQ-Filter können dem Controller über RS-232- oder MIDI-Schnittstelle in das Flash-RAM geschrieben werden. Schließlich kann das Ergebnis sofort per Messung und Anhörung überprüft werden. Nach Abschluß der Systementwicklung werden vorzugsweise mehrere Parametersätze, z.B. für unterschiedliche Stacking-Varianten in das Flash-RAM geschrieben, weitere können über die RS-232 Schnittstelle hinzugefügt werden. Der Systemanwender kann dann über das Menü Preset zwischen diesen Parametersätzen auswählen.

Beispiel. Die folgenden sieben Beispielabbildungen sollen einen Eindruck über die Resultate einer System-entzerrung an Hand des 3-Weg-Systems GAE DIRECTOR vermitteln. Die gewählte Zielfunktion ist lediglich eine beispielhaft gezeigte Möglichkeit für dieses Lautsprechersystem. Die Presets der DSC28-Geräte, die mit DIRECTOR-Systemen ausgeliefert werden, beinhalten eine bis ca. 1kHz minimalphasige Systementzerrung auf eine lineare Zielfunktion hin. Ab ca. 1kHz ist das Laufzeitverhalten linearphasig. Aus der Abb. 14.7 ist zu ersehen, daß bis herunter zu 200Hz der minimalphasige Anteil sehr gering bleibt.

dB
110
100
90
80
70
0.05 0.2 0.5 1 2 5 10 kHz
2X18"
2X12"
1X1.5"

Abb. 14.1 Lautsprechersystem, Einzelmessungen der Komponenten, Sens. @ 1W, 1m

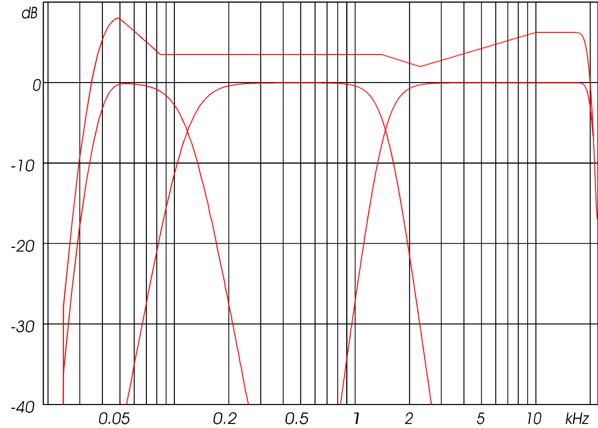


Abb. 14.2 Zielfunktionen, System (gewichtet) und Bandpässe

dB
0
-10
-20
-30
-40
0.05 0.2 0.5 1 2 5 10 kHz
HIGH
MID
SUB+LOW

Abb. 14.3 Controller-Eigenverhalten, Amplitude

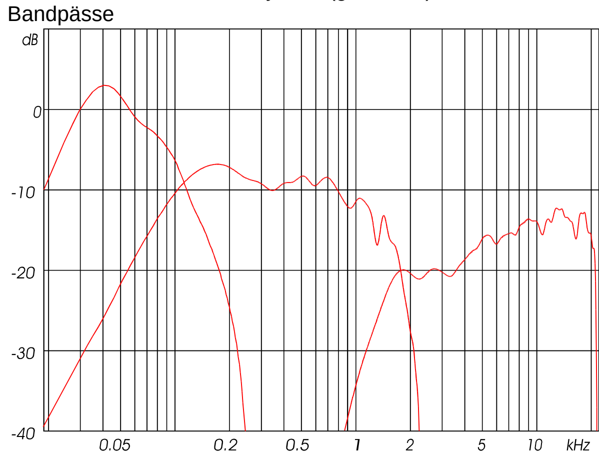


Abb. 14.5 Controller-Ausgänge, Pegelverlauf

ms
15
10
5
0
0.05 0.2 0.5 1 2 5 10 kHz
SUB+LOW
HIGH
MID

Abb. 14.4 Controller-Eigenverhalten, Laufzeit

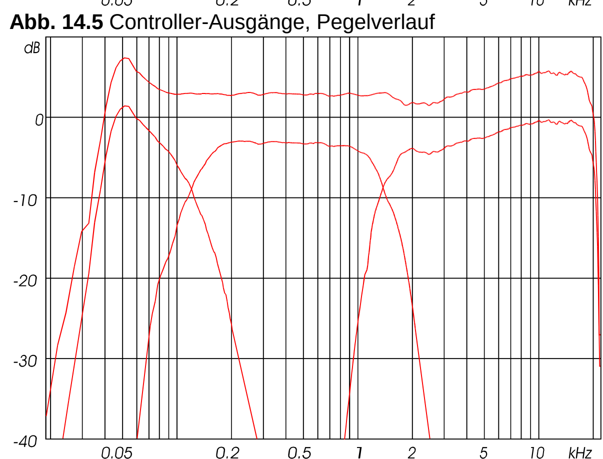


Abb. 14.6 Entzerrtes System, Gesamtfrequenzgang, Einzelfrequenzgänge

ms
100
50
0
0.05 0.2 0.5 1 2 5 10 kHz
linearphasig
kompromißphasig
minimalphasig

Abb. 14.7 Entzerrtes System, 3 Beispiele für Gesamtlaufzeit

Bei einem minimalphasigen System steigt die Laufzeit zu tiefen Frequenzen –wie auch bei analogen Controllern üblich– sehr stark an. Soll eine Entzerrung der Laufzeit hin zu linear-phasigem Verhalten ausgeführt werden, so muß ausgehend von der höchsten Laufzeit (bei der tiefsten Frequenz) die Laufzeit der höheren Frequenzen angehoben werden. Das Ergebnis ist eine für Live-Situationen unakzeptable gesamte Signalverzögerung. Die Kompromiß-Entzerrung erlaubt eine weiter zu tieferen Frequenzen ausgedehnte Linearphasigkeit, die ab einer Grenzfrequenz von ca. 100Hz abwärts in Minimalphasigkeit übergeht.

Limiter

Prinzipiell verfügen alle Komponenten einer Signalverarbeitungskette über einen begrenzten Dynamikbereich, der nach unten durch Rauschen und nach oben durch die Aussteuergrenze begrenzt wird. Analoge Komponenten der Signalbearbeitung können kostengünstig mit genügend Headroom dimensioniert werden, so daß keine Clip-Verzerrungen auftreten. Im Gegensatz dazu ist eine solche Überdimensionierung der PA (Leistungsverstärker, Lautsprecher) wirtschaftlich kaum vertretbar. So gehört ein Betrieb einer PA im Grenzbereich zum Normalfall. Ein Überschreiten der Grenzen kann hier nicht nur zu hohen Verzerrungen führen, sondern auch eine Zerstörung der Leistungskomponenten bewirken. Deshalb gehört die Überwachung und Steuerung des Signalpegels zu den elementaren Grundfunktionen eines Controllers. Nur so kann eine PA zuverlässig innerhalb ihres zulässigen Belastungsbereichs betrieben werden. Diese als Limiter bezeichnete Baugruppe ist das letzte Glied vor den Leistungsverstärkern in der Signalverarbeitungskette und kann insbesondere in aktiven Mehrwegesystemen besonders effektiv eingreifen, weil seine Kenngrößen für jeden Weg individuell an die anzusteuernde Lautsprecherkomponente angepaßt werden kann.
Die erforderliche Pegeldämpfung durch den Limiter wird unter dem Gesichtspunkt zweier unterschiedlicher Überlastungsarten eines Lautsprechers vorgenommen:

Peak-Limiter. Der Peak-Limiter verhindert mechanische Überlastung durch zu hohe Beschleunigungskräfte, die übermäßigen Materialstreß, Zerreißen von Diaphragmen und des Konus bei Hochtönern und Konuslautsprechern, Zerstörung der Schwingspule durch Anschlagen auf der Polplatte (überwiegend bei Konuslautsprecher) oder ein Abreißen der Anschlußdrähte der Schwingspule bewirken können. Darüberhinaus gehört die Unterdrückung von störenden Verzerrungen, hervorgerufen durch den Lautsprecher selbst oder durch Clipping der Leistungsverstärker, zu seinen Aufgaben.
Die zu Grunde liegende Lautsprecherkenngröße ist hierbei die Spitzenbelastbarkeit. Die Kenngrößen eines Peak-Limiters sind die Pegelschwelle (Threshold), ab der eine Pegelreduzierung einsetzt, sowie drei Zeitkonstanten: die Ansprechzeit (attack-time), mit der die Geschwindigkeit der Pegelreduktion angegeben wird, die Freigabezeit (release-time), die die Geschwindigkeit der Rücknahme der Verstärkungsreduktion angibt und die Haltezeit (hold-time), die den Zeitraum angibt, über den eine Pegelreduktion beibehalten wird, nachdem die Schwellenüberschreitung nicht mehr besteht.

RMS-Limiter. RMS- oder auch Thermo-Limiter verhindern thermische Überlastung, insbesondere das Verbrennen der Schwingspule durch dauerhaft zu hohe Leistungszufuhr. Die zu Grunde liegenden Lautsprecherkenngrößen sind die thermische Dauerbelastbarkeit und zwei Zeitkonstanten: eine kurze für die Wärmekapazität der Schwingspule und eine lange für die große Wärmekapazität des Magnetmaterials und des Lautsprecherkorbes. Die Kenngrößen eines RMS-Limiters sind die Pegelschwelle (Threshold), ab der eine Pegelbegrenzung einsetzt und die Nachbildung der thermischen Lautsprecherzeitkonstanten.

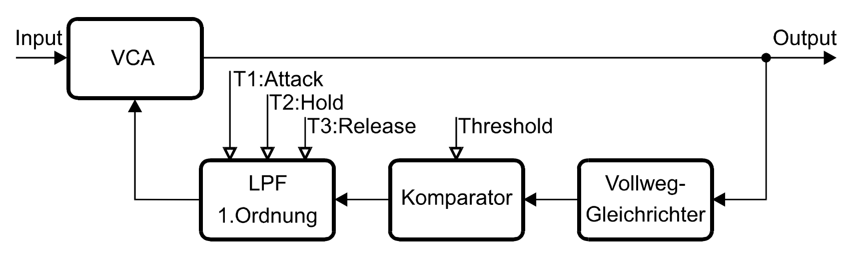


Abb. 15.1 Analoger Peak-Limiter

'Analoger' Peak-Limiter. Das vorstehende Blockschaltbild Abb. 15.1 zeigt einen Peak-Limiter, wie er in vielen analogen Geräten in dieser oder ähnlicher Form zu finden ist. Ein VCA (Voltage-Controlled-Amplifier) übernimmt die Einstellung der Pegelreduktion. Die für den VCA notwendige Steuerspannung wird durch einen Vergleich des vorgegebenen Schwellwertes mit der gleichgerichteten Ausgangsspannung gewonnen. Überschreitet das Ausgangssignal den Schwellwert, so wird der Spannungssprung am Komparatorausgang über ein RC-Glied, dessen Zeitkonstante die Attack-Zeit (T1) bestimmt, an den VCA-Steuereingang weitergeleitet. Liegt keine Schwellwertüberschreitung mehr vor, wird über die Release-Zeitkonstante (T3) die Verstärkung auf den Ausgangswert zurückgeführt. Vorher wird jedoch die vom Attack bestimmte Pegelreduktion für den Zeitraum der Hold-Zeit (T2) gehalten. Bei den meisten in der Praxis angewendeten analogen Limiter-Systemen fehlt die Hold-Funktion.

Problematisch hierbei ist, daß die sprunghafte Ausgangsspannung des Komparators, nur über einen Tiefpaß 1.Ordnung geglättet, direkt der VCA-Steuerspannung entspricht. Die nur schwach gedämpften hochfrequen-

ten Anteile im Steuersignal werden direkt mit dem Nutzsignal multipliziert und erzeugen so zusätzliche Verzerrungen, die bei kritischem Programmaterial mit geringem Hochtonanteil als deutliches Knistern hörbar werden. Tiefpaß-Filter höherer Ordnung würden eine zu große Laufzeitverzögerung und damit ein zu langsames Ansprechen des Limiters verursachen. Selbst der Tiefpaß mit 'nur' 1.Ordnung führt dazu, daß direkt nach einem Pegelsprung der Limiter nicht schnell genug reagieren kann und ein kurzzeitiges Überschreiten (Überschwingen) der vorgegebenen Schwelle nicht zu verhindern ist.

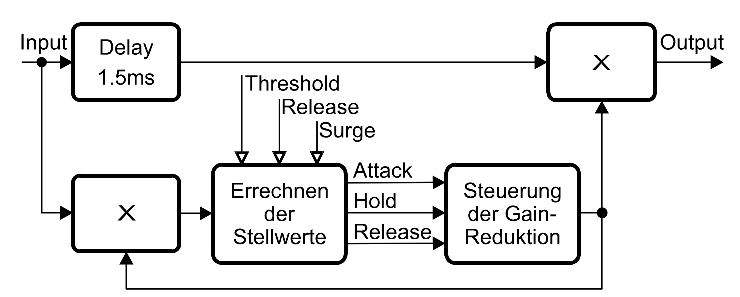


Abb. 15.2 Vorausschauender digitaler Peak-Limiter

Vorausschauender Peak-Limiter. Die digitale Signalverarbeitung eröffnet auch für das Konzept der Limiter verbesserte Möglichkeiten. Die Abbildung 15.2 zeigt das Prinzip der DSC28-Peak-Limiter. Ein Multiplikationsblock entspricht hier einem VCA eines analogen Konzeptes. Die Peak-Limiter des DSC28 arbeiten mit einer vorausschauenden Signalanalyse, die es erlaubt, erst in Zukunft auftretende Schwellwertüberschreitungen vorzeitig zu erfassen und den Pegel über einen festen Zeitraum mit optimal abgestimmter Steilheit zurückzunehmen. Der Spitzenwert wird dabei soweit abgeschwächt, daß er genau den Schwellwert erreicht, oder es wird ein kontrolliertes Überschreiten (Controlled Overshoot) des Wertes zugelassen. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Limiterschwelle bis an den Grenzwert der Endstufe bzw. der angeschlossenen Lautsprecher verschoben werden kann. Auch plötzliche Sprünge im Signal führen so nicht mehr zu Übersteuerungen. Für starke transiente Impulse wird zusätzlich der Effekt der Vorverdeckung ausgenutzt, der die Regelzeit vor dem Impuls nicht wahrnehmbar werden läßt. Eine anschließende Hold-Zeit verhindert Pegelschwankungen in den direkt nachfolgenden Passagen. Die vorausschauende Signalanalyse wird durch 1.5ms Verzögerung im Signalweg ermöglicht. Die Steuerung der Signalabschwächung (Gain-Reduktion) bestimmt, in welcher Arbeitsphase sich der Limiter befindet: Attack-, Hold- oder Release-Phase. Ein Attack-Vorgang wird ausgelöst, wenn der Eingangspegel die Limiterschwelle (Threshold) überschreitet. Der Threshold ist Bestandteil der digital/analogen Gain-Struktur der Endstufenanpassung und somit Bestandteil eines Presets, er kann vom Anwender nicht verändert werden. Abhängig vom Maß der Schwellwertüberschreitung wird als Reaktion die Verstärkung für einen festen Zeitraum mit einer auf den Spitzenwert eingestellten Zeitkonstanten in dB/s zurückgenommen. Für den Fall, daß, während dieser Attack-Vorgang im Gange ist, ein weiterer Peak eintrifft, erfolgt die Berechnung einer neuen Zeitkonstanten. Die anschließende Hold-Phase von 20ms wird neu gestartet, sofern sich das Eingangssignal während dieser Phase erneut bis auf 1dB der Limiterschwelle nähert. Ist weder Limiter- noch Hold-Schwelle erreicht, wird die Verstärkung mit der Release-Zeitkonstanten auf den Wert ohne jeglichen Limiter-Einfluß zurückgeführt. Die Release-Zeitkonstante in dB/s ist die einzige vom Anwender einstellbare Limiter-Kenngröße.

Controlled Overshoot. Handelsübliche Leistungsverstärker unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Schaltungsauslegungen, den Einsatz von MOSFET- bzw. BIPOLAR- Transistoren als Leistungsglieder sowie durch prinzipiell unterschiedliche Ausführungen der Stromversorgungen für den eigentlichen Verstärker. Konventionelle Netzteile sind hierbei durch unstabilisierte Trafo/Gleichrichter/Ladekondensator-Konzepte gekennzeichnet. Moderne Schaltnetzteile, die mit kleinen Ferritkern-Transformatoren aufgebaut werden, können stabilisiert oder auch unstabilisiert sein. Schaltungsvarianten mit vorgeschaltetem PFC (Power Factor Control; sinusförmige Stromentnahme aus dem Netz) sind grundsätzlich stabilisiert.
Bei Belastung eines Netzteils durch Stromfluß zu den Lautsprechern sinkt die Verstärkerversorgungsspannung unweigerlich ab. Das Schaltungsdesign bestimmt, wie weit und mit welcher Geschwindigkeit die Versorgungsspannung bei plötzlicher Abforderung der vollen Ausgangsleistung absinkt. Hier muß ein Kompromiß zwischen hoher verfügbarer Impulsleistung und Dauerleistungsfestigkeit eingegangen werden.
Betrachtet man die Signalstatistik des bei einer üblichen Anwendung von einer Endstufe zu verarbeitenden Programmaterials, so erscheint es unsinnig, das Netzteil möglichst 'hart', also mit verschwindend geringem Innenwiderstand auszulegen, denn dieses würde bei Musiksignalen lediglich eine unnötig höhere Verlustleistung des Verstärkers erzeugen.
Hilfreich bei der Analyse der Signalstatistik einer Endstufe ist der sogenannte Crest-Faktor, der das Verhältnis der Peak-Leistung eines Signals in den Bezug zu seiner Durchschnittsleistung setzt und zumeist in dB

angegeben wird. Eine reine Rechteckschwingung hat folglich einen Crest-Faktor von 0dB, bei einem Sinussignal beträgt er 3dB. Bei unkomprimierter breitbandiger Musik und Sprache liegt er meist deutlich über 10dB.
In aktiven Mehrwegesystemen sind nach der Aufteilung in die verschiedenen Frequenzbereiche und anschließender kräftiger Komprimierung durch Ausgangslimiter die geringsten Crest-Faktoren im Baßbereich zu beobachten. Die Endverstärker für diesen Frequenzbereich müssen also üblicherweise nicht nur die höchste Ausgangsleistung bieten, sondern im Vergleich zu den für die anderen Wege bestimmten Verstärkern auch das 'härteste' Netzteil, also mit minimalem Innenwiderstand besitzen. Der Crest-Faktor sinkt indes selbst im Baßkanal auch bei gröbster Komprimierung nur bei unnatürlichen Signalen nichtmusikalischer Natur unter 6dB. Dies ist ein Unterschied von 3dB im Vergleich zu einem reinen Sinussignal. Um diese Differenz dürfte die Versorgungsspannung demnach einbrechen, ohne bei einer definierten Peak-Leistung und 'normalem' Musikmaterial den Verstärker bezüglich der Dauerleistung in Bedrängnis zu bringen. Viele Hersteller von Leistungsverstärkern legen ihre Netzteile qualitätssignifikant dauerleistungsfest aus. Im Gegensatz dazu sind aber auch Konzepte mit extremen Verhältnissen von Impuls- zu Dauerleistungsvermögen anzutreffen. Dies ist bei Einsatz im Mittel-/Hochtonzweig auch durchaus sinnvoll.

Läßt man die Einsatzschwelle des Peak-Limiters für einen Verstärker mit dem Wert seiner Dauerleistung zusammenfallen, so bedeutet dies, daß auch kurze Impulse auf diese Leistung beschränkt werden, obwohl der Verstärker sie vielleicht noch mühelos unkomprimiert wiedergeben könnte. Clip-Verzerrungen, wie sie bei kurzfristiger Anforderung der maximal zur Verfügung stehenden Impulsleistung durch Signalspitzen auftreten, sind entweder gar nicht wahrnehmbar oder führen – beispielsweise bei einem Schlag auf die Bass-Drum – sogar zu mehr erwünschtem 'Kick'. Die Konsequenz hieraus ist, daß je nach 'Härte' des Netzteils erhebliche Leistungsreserven ungenutzt bleiben. Bei einem Peak/Dauerleistungsverhältnis (DHR = Dynamic Headroom) von 3dB würde immerhin die halbe Verstärkerimpulsleistung brachliegen. Deshalb besteht die zusätzliche Aufgabe des vorauschauenden Peak-Limiters darin, die Limiterschwelle mit einer rückführenden Zeitkonstanten je nach Vermögen der Endstufe zu höheren Werten zu verschieben (Surge).
Bedauerlicherweise fehlen Angaben der Verstärkerhersteller über das Netzteilverhalten in den mitgelieferten technischen Daten fast ausnahmslos und müssen daher ermittelt bzw. abgeschätzt werden.

Anschlußhinweise

Auf eine Darstellung der Geräterückseite wurde wegen selbsterklärender Beschriftung verzichtet. Es folgt eine Liste der Anschlüsse mit wichtigen Hinweisen:

ANALOG-INPUTS

Elektronisch-symmetrisch (🕮 Kap.11/1), Belastung der Quelle: 20kΩ

CHANNEL A - [LEFT] und CHANNEL B - [RIGHT]

3-Pol-Female-XLR 1: Schutzleiter 2: + Phase 3: - Phase

ANALOG-OUTPUTS

Elektronisch-symmetrisch (🕮 Kap.11/3), Innenwiderstand: 20Ω, Maximale Belastung: ≥ 375Ω @ 18dBu maximalem Ausgangspegel. Die DSC28-Ausgänge sind anschlußseitig wie Transformatorausgänge anzusehen.

CHANNEL A [LEFT] und CHANNEL B [RIGHT]

4-Wege 1 - [SUB] 2 - [LOW] 3 - [MID] 4 - [HIGH]

3-Pol-Male-XLR 1: Schutzleiter 2: + Phase 3: - Phase

AES/EBU-INPUT

Trafo-symmetrisch, Belastung der Quelle: 110Ω

3-Pol-Female-XLR 1: Schutzleiter 2: + Phase 3: - Phase

AES/EBU-OUTPUT

Trafo-symmetrisch, Innenwiderstand: 110Ω.

3-Pol-Male-XLR 1: Schutzleiter 2: + Phase 3: - Phase

MIDI/RS232-INPUT

Gemeinsamer Eingang nach den entsprechenden Hardware-Konventionen. Durch die Doppelbelegung dieser Buchse ist der MIDI-Input nicht normgerecht, da der für den RS232-Anschluß benötigte Pol 2 nach Norm nicht belegt ist.

5-Pol-DIN 1: RS232-Tx 2: GND 3: RS232-Rx 4: MIDI + 5: MIDI -

MIDI-OUTPUT

Ausgang nach der MIDI-Konvention

5-Pol-DIN 1: frei (NC) 2: GND 3: frei (NC) 4: MIDI + 5: MIDI -

REMOTE ON

Über diese Buchse ist mit Hilfe einer Gleich- oder Wechselspannung zwischen ca. 12...24V eine Ferneinschaltung des Gerätes möglich. Die Ferneinschaltfunktion muß allerdings vorher freigegeben werden. (🕮 Kap.18)

FUSE T1A

💣 Netzsicherungen können eine unerwartete Fehlfunktion in elektrischen Baugruppen nicht verhindern, vielmehr sollen sie den Benutzer und seine Umgebung vor Schaden bewahren. Versuchen Sie deshalb niemals, die Glasrohr-Netzsicherung durch eine andere als durch den angegebenen Typ M1A (1A, mittelträges Verhalten) zu ersetzen oder sie gar zu reparieren.

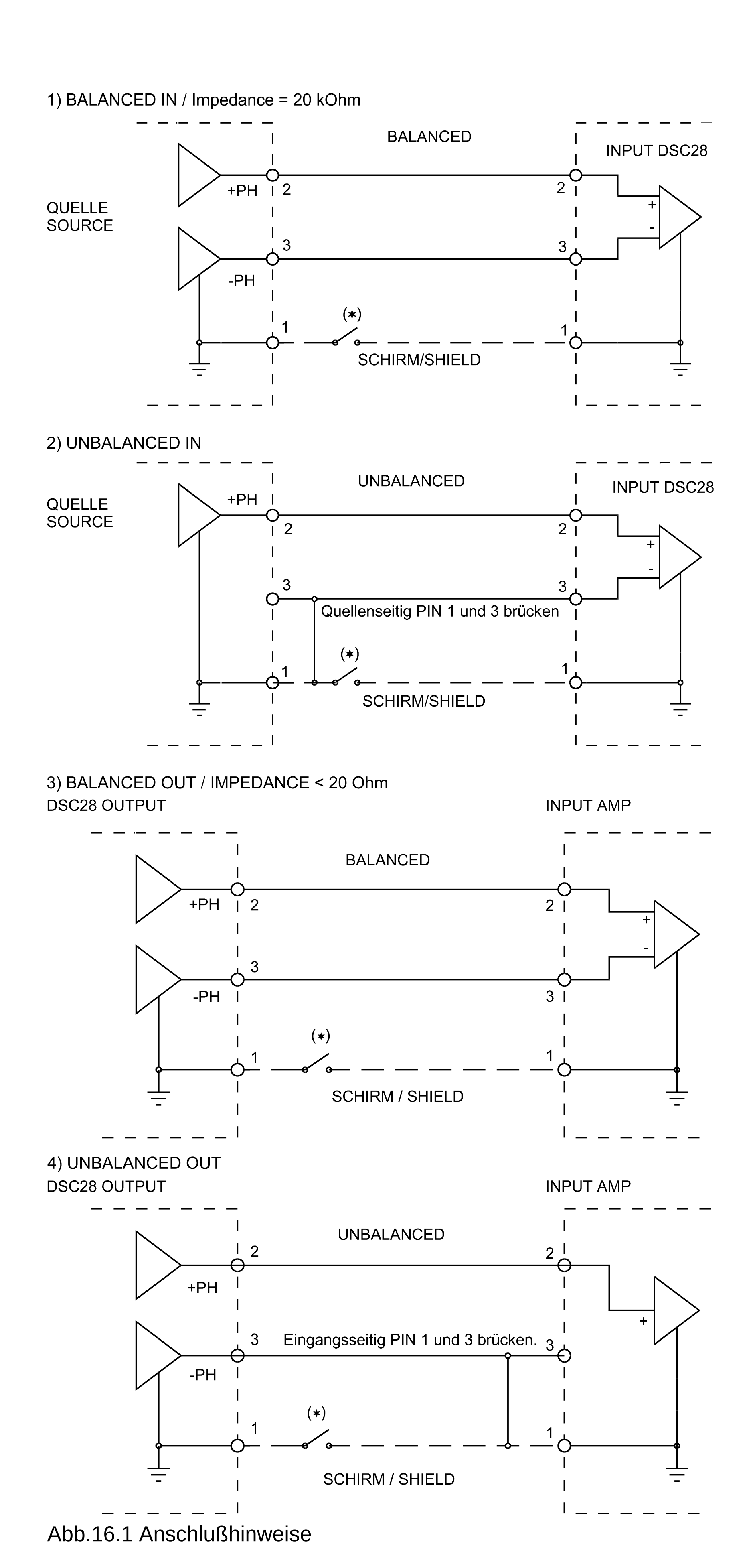


Abb.16.1 Anschlußhinweise

(✶) Zur Behebung der Wirkung von Brummschleifen (Ground Loops) eventuell notwendig.
Der aktive Ausgang des DSC28 ist anschlußseitig wie ein Transformatorausgang anzusehen.
Nur zweiadrige, abgeschirmte Signalleitungen verwenden!

Nachladen von Presets, Erneuern des Betriebssystems, Initialisieren

Speicherstruktur. Je ein Flash-ROM (Nur-Lese-Speicher) und ein batteriegepufferter RAM (Schreib-/Lese-Speicher) halten die Betriebssysteme und -parameter des Controllers. Da die Datensicherheit eines ROM wesentlich höher als die eines RAM ist, gewährleistet dieses Zwei-Speicher-System, daß die volle Funktion des Controllers auch bei einem eventuellen Datenverlust des RAM schnell wieder hergestellt werden kann. Auf dem ROM sind immer maximal zwei Presets sowie die Erstparameter vorhanden. Die Lithium-Backup-Batterie für das RAM hat eine vom Hersteller angegebene Mindestlebensdauer von 10 Jahren und ist darüberhinaus in ihrer Kapazität überdimensioniert. Im folgenden Schaubild ist die Speicherstruktur aufgeführt:

ROM
Erst-Parameter
µC-Programm
2 Presets
DSP-Programm

RAM
Die Erst-Parameter als Kopie aus dem EPROM verändern sich zu Anwender-Parametern
8 bis 12 Presets können über die RS232-Schnittstelle nachgeladen werden

Initialisieren. Im Falle eines Datenverlusts des RAM gehen die vom Anwender eingestellten Parameter und eventuell nachgeladene Presets verloren. Defekte Parameter werden durch Initalisierung mit den Erst-Parametern überschrieben, verlorene Presets müssen nachgeladen werden. Falls die vorgesehene Selbst-Initialisierung des Betriebssystems nicht stattfindet (begleitet von einer Fehlermeldung und der Aufforderung ‘Press Enter’), ist eine der beiden folgenden Initialisierungsmöglichkeiten vorgesehen. Gelingt die Initialisierung nicht, so liegt ein anderer oder weiterer Fehler vor und der Servicefall tritt ein.

1. Folgen Sie den Anweisungen im 🕮 Kap.9 ● Menüs unter SHIFT SYS, Systemeinstellungen ● SYS-4: Initialise. Falls der Daten-Defekt auch die Bedienung des Gerätes stört, verfahren Sie nach 2.
2. Trennen Sie das Gerät vom Netz, drücken Sie den ENTER-Knopf, verbinden Sie jetzt das Gerät wieder mit dem Netz und geben Sie den Knopf erst wieder frei, wenn die Boot-Anzeige durch das Input-Gain-Menü SET-0 ersetzt wurde. Dieser Vorgang dauert nicht länger als ca. 4 Sekunden.

Erneuern des Betriebssystems. Ein aktuelleres Betriebssystem für den DSC28 kann in das Flash-ROM des Controllers geschrieben werden. Für GAE-Systeme beinhaltet diese Software aus Gründen der Daten/Betriebssicherheit mindestens ein Preset, sodaß nach einem eventuellen RAM-Datenverlust nach dem Initialisieren der Betrieb des Lautsprechersystems wieder gewährleistet ist. Da jedes Preset aber die Leistungsverstärkerkonfiguration des Anwenders berücksichtigt, ist das gesamte Betriebssystem deshalb abhängig von der Verstärkerkonfiguration.

Nachladen von Presets. 8 bis 12 weitere Presets können in das batteriegepufferte RAM geschrieben werden. Die genaue Anzahl hängt von der Größe der Blöcke ab. Nach erfolgter Übertragung sind die nachgeladenen Presets in die Preset-Liste eingetragen und können über die Bedienungsoberfläche aktiviert werden. (🕮 Kap.7/3 ● SET-7: Preset). Die Übertragung eines Preset-Blocks wird sofort nach Beginn und während des ganzen Vorgangs in der oberen Zeile des VFD-Display des Controllers durch die Meldung ‘Appending Module...’ angezeigt. Kommt keine Übertragung zustande, überprüfen Sie zunächst, ob die RS232-Schnittstelle des DSC28 aktiv ist. (🕮 Kap.9/1 ● SYS-1/1: MIDI-Settings ● Baudrate)

Das Erneuern des Betriebssystems und das Nachladen von Presets erfolgt über eine serielle Schnittstelle (COM#) eines PCs. Das mitgelieferte Kabel Sub-D9 auf DIN-5-Pol stellt die RS232-Verbindung her. Für GAE-Systeme kann eine selbstentpackende Zip-Datei pro Verstärkerkonfiguration angefordert werden.

Aktivieren der Fern-Ein-/Ausschaltung

Über die Buchse REMOTE ON ist mit Hilfe einer Hilfsspannung (Gleich- oder Wechselspannung zwischen ca. 12...24V) eine Ferneinschaltung des Gerätes möglich. Folgen Sie den folgenden Anweisungen zum Aktivieren dieser Funktion.

- Trennen Sie den Controller vom Stromnetz und öffnen Sie erst dann den Deckel.
- Um Schäden durch elektrostatische Aufladung zu verhindern, berühren Sie das Gerätegehäuse und gleichzeitig z.B. den Schutzleiterkontakt einer Schuko-Steckdose, das Metallgehäuse eines anderen noch angeschlossenen Gerätes oder den Heizkörper einer Zentralheizung.
- Beachten Sie Abb. 18.1: Öffnen Sie den markierten Kontakt.
- Schließen Sie den Deckel wieder und verbinden Sie das Gerät erst dann mit dem Stromnetz. Prüfen Sie die Funktion der Fern-Ein-/Ausschaltung. Ein Einschalten der Hilfsspannung muß auch ein Einschalten des Controllers bewirken.

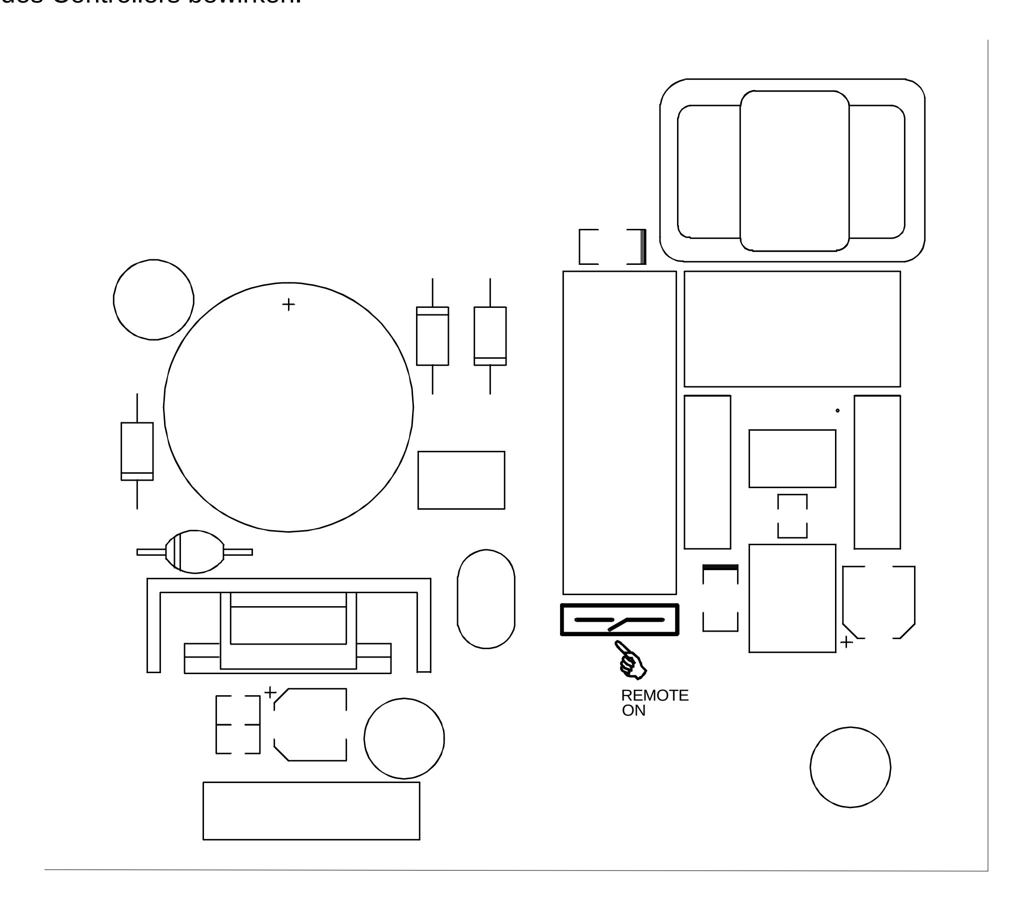


Abb. 18.1 Kontakt für Ferneinschaltung

Parameter-Steuerung mehrerer Geräte

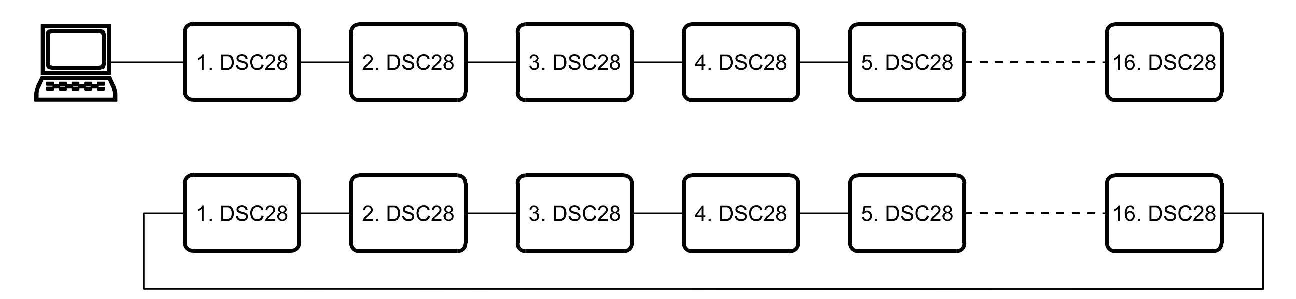


Abb. 19.1 Steuerungskette / -schleife

Mehrere Controller können mit Hilfe der MIDI-Ein-/Ausgänge in einer Kette oder einer Schleife miteinander verbunden werden, um z.B. von einem Gerät aus gleiche Parameter aller Geräte einzustellen. In einer solchen Kette kann das erste Gerät auch ein PC sein.

Führen Sie in dem Menü MIDI-Settings (🕮 Kap.9/1 ● SYS-1 ● MIDI-Settings) die notwendigen Einstellungen durch. In der folgenden Aufstellung sind die MIDI-Settings noch einmal zusammengefaßt:

▌**1, Channel: 1 O➘➘ 16 .** Teilen Sie hier dem Controller seinen Empfangs/Sendekanal zu (Basiskanäle 1-16), auf dem Daten gesendet und empfangen werden.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

▌**2, Out: OutOnly O➘ Out/Thr O➘ Loop.** Outonly ist ein reiner MIDI-Ausgang. Out/Thr ist ein MIDI-Ausgang mit zusätzlicher Soft-Thru-Funktion, die die am MIDI-Eingang liegenden Signale durchreicht. Loop ist ein MIDI-Ausgang auf den alle auf anderen als dem Basiskanal eingehenden Daten weitergereicht werden. Wählen Sie für eine **Kette:** Outonly und Out/Thr und für eine **Schleife:** Loop.

▌**3, Baudrate: MIDI (31250) ➘O RS-232 (9600).** Verwenden Sie RS-232 und das mitgelieferte Kabel, wenn Sie das erste Gerät mit Hilfe eines PC über eine der seriellen Schnittstellen (COM#) anschließen wollen. Bedenken sie dabei, daß mit dem RS-232-Anschluß keine großen Entfernungen überbrückt werden können. Verwenden Sie MIDI, wenn Sie mehrere DSC28-Controller miteinander verknüpfen wollen.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

▌**4, ParaChg: Off O➘ On .** Wenn dieser Parameter auf On eingestellt wird, sendet das Gerät alle vorgenommenen Parameteränderungen nach außen.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

▌**5, TX-Chn: 1 O➘➘ 16 O➘ OCM.** Mit diesem Parameter wird der Sendekanal für Parameteränderungen gewählt. Neben den Kanälen 1-16 kann auch ein Omni-Channel-Mode (OCM) gewählt werden. Über diesen Kanal veranlaßte Parameteränderungen werden von angeschlossenen Geräten unabhängig von der eingestellten Adresse ausgewertet.
⊙ **Enter.** Auswahl mit ENTER bestätigen!

RS-232-Kabel. Das mitgelieferte RS-232-Anschlußkabel hat die folgende Anschlußbelegung:

Pol#	SUB-D9- 2	DIN5- 1	RS-232- Tx
Pol#	SUB-D9- 5	DIN5- 2	RS-232- GND
Pol#	SUB-D9- 3	DIN5- 3	RS-232- Rx

MIDI-Kabel. MIDI-DIN5-Pol-Standard-Kabel mit folgender Anschlußbelegung.

Pol#	1: nicht belegt	2: GND	3: nicht belegt	4: MIDI +	5: MIDI -

Der RS-232/MIDI-Input des DSC28 ist durch die Doppelbelegung nicht MIDI-normgerecht, da der für den RS-232-Anschluß benötigte Pol 2 (RS-232-GND) für einen MIDI-Input normalerweise nicht belegt ist.

Kapitel 20

Fernbedienung

Eine PC-Fernbedienungssoftware wird zur Zeit nicht unterstützt.

Kapitel 21

Technische Daten

Analoge Eingänge...... Elektronisch symmetriert, Eingangsimpedanz 20kΩ
Maximaler Eingangspegel: 28dBu @ < 1kHz, 18dBu @ 20kHz
Rauschpegel: -100dBu; Dynamikumfang 127dB
(alle Daten linear bewertet 22Hz - 22kHz)

Konvertierung............. Pro Eingang ein Zweibereichs-24-Bit-Delta-Sigma-AD-Umsetzer mit Pre-emphasis, 50/15µs; Sample Rate: 44,1kHz

Analoge Ausgänge..... Elektronisch symmetriert, Ausgangsimpedanz 20Ω
Maximaler Ausgangspegel: +18dBu in 375Ω; Rauschpegel: ≤ -96dBu;
Dynamikumfang ≥ 114dB (alle Daten linear bewertet 22Hz - 22kHz)
Gesamt THD+N: < 0,005% bei Vollaussteuerung
Ausgangs-Range-Stufen: 18, 12 und 6dBu maximale Ausgangspegel

Konvertierung............. Pro Ausgang ein 24-Bit-Stereo-Delta-Sigma-DA-Umsetzer in Parallelschaltung

Digital Ein/Aus............ Eingang: 24-Bit AES/EBU mit/ohne Pre-emphasis; Sample Rate Converter 32kHz...96kHz
Ausgang: 24-Bit AES/EBU, Sample Rate: 44.1kHz
auch als digitales Insert verwendbar (AD⇒DigOut ; DigIn⇒Controller)

Fernbedienung............Eingang: RS-232 und MIDI, Ausgang: MIDI; Baudrate: 9600 und 31250

Grundlaufzeit.............. Incl. Down-/Oversampling, AD-/DA-Umsetzer und Limiter: 5...7ms, je nach Weg

XEQ-Filter.................... FIR-Filter, Signalverzögerung abhängig von gewählten Presets

PEQ-Filter.................... IIR-Filter (quasi analoges Verhalten)

Limiter..........................Peak-Limiter mit 1.5ms Vorausblick und Controlled-Overshoot zur Ausschöpfung der PA-Impulsreserven, 48-Bit-Signalverarbeitung, Präzisionsregelung und niedrige Verzerrungen
RMS-Limiter mit Modellierung von Spulen- und Magnettemperatur

Bedienung................... Folientastatur mit acht Tasten, Inkremental-Geber mit zusätzlicher ENTER-Funktion

VF-Display................ 2 Zeilen, 24-Character-Vacuum-Fluorescent-Display, blau

LED-Display................ 2 X Input (-30 ...+24dBu) + 2 X Clip (≥ +28dBu)
je 10 X LED grün + je 1 X LED rot

8 X Output (-30 ... 0dBFS + 0 ...12dBGR) + 8 X Mute
je 7 X LED grün + je 3 X rot + je 1 X LED rot

Stromversorgung........Universal-Eingang 85...265V, < 30VA, Überspannungsschutz, Schmelzsicherung M1A, M=mittelträge, Schaltnetzteil ist selbstschützend.

Abmessungen.............19“ / 1HE, 260mm (10.25“) Tiefe

Gewicht....................... 3.75kg (ohne Verpackung)

Adressen, Literaturhinweise, Sonstiges

Literatur, Studienarbeiten, Diplomarbeiten und Dissertationen zum Thema:

- Entwicklung eines Signalprozessors zur Entzerrung von Lautsprechern
  A. Goertz
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1990
- Entzerrung von Lautsprechern mit einem Signal-Prozessor-System in Echtzeit
  A. Goertz ; D. Leckschat
  Tagungsband DAGA 1990
- Digitale Lautsprecherentzerrung
  A. *Goertz ; D. Leckschat*
  Tagungsband VDT 1990
- Nichtlineare Entzerrung von Lautsprechern in Echtzeit mit einem Signalprozessor
  A. Goertz ; W. Klippel ; D. Leckschat
  Tagungsband DAGA 1991
- Verbesserung der Wiedergabequalität von Lautsprechern mit Hilfe von Digitalfiltern
  D. Leckschat
  Dissertation am ITA, RWTH Aachen 1992
- Vergleich verschiedener Verfahren zur digitalen Lautsprecherentzerrung
  A. Goertz
  Tagungsband DAGA 1992
- Aufbau und Inbetriebnahme einer digitalen Frequenzweiche mit einem Signalprozessorsystem
  S. Müller
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1992
- Einsatz digitaler Limiter in Beschallungsanlagen
  A.Goertz ; S.Müller
  Tagungsband DAGA 1995
- Klangeigenschaften digital entzerrter Lautsprecher
  K. H. Pflaum
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1995
- Optimierung der Entzerrerübertragungsfunktion für Lautsprechersysteme durch Berücksichtigung psychoakustischer Effekte
  A. Goertz ; K.H. Pflaum
  Tagungsband DAGA 1996
- Aufbau eines erweiterten digitalen Controllers für Lautsprecher
  J. Kleber
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1996
- Programmierung eines digitalen Equalisers auf der Basis von FIR-Filtern
  Norbert Blissenbach
  Studienarbeit am ITA, RWTH Aachen 1996
- Verbesserung der Wiedergabequalität von Lautsprechern mit Hilfe von Digitalfiltern
  D.Leckschat
  Dissertation an der RWTH Aachen 1992
- Untersuchung zur digitalen Lautsprecherentzerrung mit Hilfe binauraler Meßtechnik
  P. Niggemann
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1997
- Entwicklung und Erprobung einer digitalen parametrischen Filterbank
  R. Thaden
  Diplomarbeit am ITA, RWTH Aachen 1997
- Digitale Signalverarbeitung für Lautsprecher
  S. Müller
  Dissertation am ITA, RWTH Aachen 1999

Consulting + MF-Meßsystem:

Audio + Acoustics Consulting
Dr. Ing. Anselm Goertz
In der Linen 21
D-52134 Herzogenrath
Fon 02407-565111
Fax 02407-565112
Mobil 0171-9338402
Email Anselm.Goertz@t-online.de



ist ein Produkt der
opal audio vertrieb GmbH
Engerstraße 47, D-33824 Werther, Fon ++49-(0)5203-236/-7, Fax -238
Internet: http://www.gae.de , Email: info@gae.de